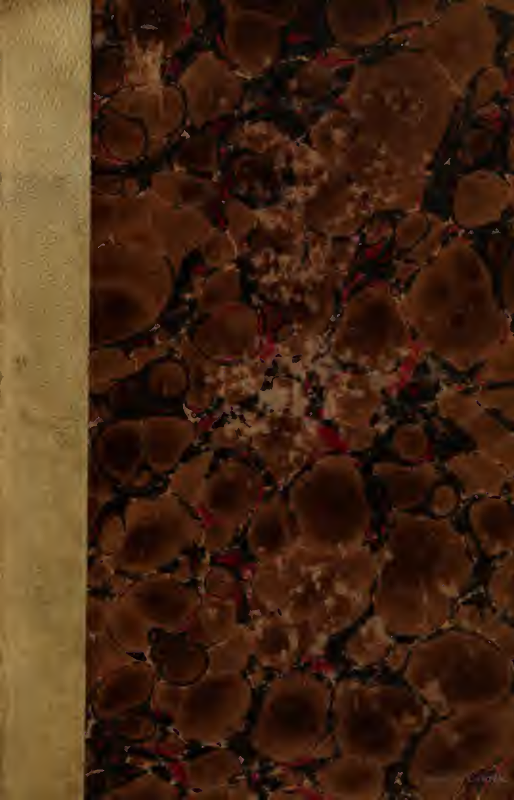


NUOVO CORSO

DI

AGRICOLTURA

PER

I POSSIDENTI TERRIERI

DELLE SITUAZIONI MEDIE D'ITALIA

COMPILATO

DALL' INGEGNERE ORLANDO ORLANDINI

DI FIRENZE

TOMO TERZO

FIRENZE
ANGIOLO GARINEI
Libraio-Editore
1852



Tipografia di Tommaso Baracchi.

MECCANICA AGRICOLA

PARTE PRIMA

DELLE FORZE MOTRICI.

I motori impiegati in agricoltura possono essere divisi in motori inanimati e motori animati; i primi comprendono gli animali da tiro, da soma e la forza dell'uomo; i secondi sono il vento, l'acqua corrente ed il vapore. Cominceremo a trattare di questi ultimi.

SEZIONE I. Azione del vento.

L'irregolarità del vento nell'epoca del suo arrivo, nella sua forza e nella sua direzione fa sì che mal può applicarsi in servizio speciale dell'agricoltura. Quando le braccia dell'uomo devono concorrere con la sua azione, non può utilmente impiegarsi, imperciocchè i lavoranti ausiliari rimarrebbero sovente disoccupati. Spesso avviene che bisogna aspettare all'epoca della messe, il momento opportuno per ventilare il grano. Se si impiegasse per trar l'acqua da irrigare, sarebbe facile che mancasse il suo effetto appunto nel colmo dell'estate allorchè le piantazioni hanno bisogno dell'acqua. Però, malgrado i molti inconvenienti del

vento, si è tentato di tirar partito da questo motore affatto gratuito.

§. I. Forza del vento.

Abbiamo veduti nella Meteorologia i mezzi di osservare la velocità del vento. Potrebbesi altresì osservare la sua forza, opponendole una placca cedevole per mezzo di una molla, o adottando l'anemometro di Régnier.

Si dimostra in Meccanica, che la resistenza che i corpi in movimento in un fluido, proverebbero per l'azione di questo, o che un corpo in riposo proverebbe per parte di un fluido in movimento, è eguale alla densità di questo fluido P, moltiplicata per la superficie A del corpo, e per il quadrato della velocità V^2, ed infine per un coefficiente K che dipende dalla forma del corpo, dalla sua grandezza, dalla sua scabrosità per rapporto alla confricazione, dalla differenza di pressione del fluido sulle due faccie del corpo e sui lati, pressione causata dalla direzione delle correnti, che formano un vuoto avanti di esso, ec. Abbiamo dunque la resistenza $R = KPAV^2$ per l'espressione di questa resistenza. Se questo fluido è l'aria, la temperatura essendo a gradi 12, e la pressione barometrica a gradi 75, P resulta $= 0{,}06253$. Dietro un gran numero di esperienze è stato per modo convenzionale stabilito dai fisici il valore di $K = 1{,}85^2$ nel caso dell'aria in movimento; lo che riduce la formula ad $R = 0{,}11568\ AV^2$.

Esistono molte esperienze fatte da Rouse sulla forza spiegata dal vento contro una placca in riposo, quali dimostrano che le resistenze diverse che sono in ragione inversa del valore di K, sono molto poco con-

siderabili per i venti leggieri; che aumentano subitamente nella velocità media da 11 a 22 metri, e che diminuiscono di nuovo nelle grandi velocità.

Thibault ha fatte due serie di esperienze sulla forza d' impulsione diretta del vento, contro una superficie di 0^m1089 in riposo. Esso ha ottenuti i seguenti risultati medi:

Velocità del vento, a minuto secondo; metri	4,65500
Sforzo ottenuto; ossia *K* equivalente a kilog.	0,29137
Sforzo calcolato con il coefficiente 0,11568. »	0,23597
Coefficiente medio dato dalle esperienze . »	0,12400
Valore di *K* dato dalle esperienze . . . »	1,98000.

Le esperienze fatte esaminando il vento in se stesso non possono resultare di una gran precisione a causa dell' incostanza della sua velocità; non possono ottenersi dei risultati veramente comparabili che per mezzo del movimento circolare di un corpo attaccato ad un volano, e moventesi nell' aria animata da un vento moderato. La formula che esprime lo sforzo operato dal vento contro un corpo stabile fissato contro la sua direzione, non può essere applicata che per determinare la più opportuna situazione delle fabbriche, o l' eccedente di trazione imposta contro gli uomini o gli animali che camminano contro il vento. In questo ultimo caso, troveremo per esempio che un carro di fieno, tratto con una velocità di 2 metri per secondo, presentando una superficie di 3 metri quadrati ad un vento di 20 metri di velocità, esigerebbe dal cavallo che trasporterebbe questo carico sopra una strada pianeggiante, una soprassomma di resistenza espressa da $0,082 \times 3 \times 484 = 119^k,064$. Se questo carro compreso il fieno, pesasse kilog. 1800 vedrem-

mo che occorrerebbe in tempo calmo, una forza di trazione di kilog. 57,6. Così lo sforzo necessario al cavallo, sarebbe più che raddoppiato per la circostanza dell'esistenza di un simil vento.

Il principale impiego che fassi del vento, specialmente in quelle situazioni ove il suo soffio è meno irregolare, consiste nella sua applicazione ai mulini a vento, giranti in un piano perpendicolare alla sua direzione. Limiteremo i nostri studi alla ricerca dello sforzo che il vento esercita sopra essi, ed all'effetto meccanico che puossene attendere.

I mulini di Lilla, hanno metri 12,344 di superficie. Cinquanta mulini esaminati producevano presso a poco la stessa quantità di lavoro, benchè presentanti delle differenze nella disposizione dei meccanismi, lo che prova che si è giunti ad un sistema di costruzione che offre il massimo dell'effetto. Il lavoro di questi mulini consiste nell' alzamento dei pestoni per schiacciare dei grani oleagginosi; la trasmissione del movimento, fassi col mezzo di due ruote dentate che comunicano il loro moto ad una terza guarnita pure di denti, quale serve a sollevare i piloni; con questa semplicità di costruzione si è giunti ad impiegare gli $\frac{80}{100}$ della forza trasmessa dall'estremità delle ale. Coulomb ha misurato il lavoro effettuato con differente velocità, cioè: metri 2,274; 4,00; 6,749; 9,095 a minuto secondo; arrivati a questa ultima velocità, i mulini non funzionano più, senza che venga diminuita la superficie delle loro ali. I piloni vengono sollevati due volte per ciaschedun giro delle ale, a metri 0,487 di altezza o in totalità a 0,974.

Sembra che i mulini a vento, non soltanto utilizzino tutta la forza che il vento spiega, ma di più una

forza che è perduta nel caso dell'ostacolo diretto, ed immobile contro il vento. Questa maggiore azione non può spiegarsi che per il richiamo fatto al vento, in ragione della fuga rapida che ha luogo nel movimento delle ali. Pensiamo che nel caso dei mulini, il moto di rivolgimento faccia prendere altresì alle ali, delle figure meno dispersive, di ciò che sarebbe se presentassero un'ostacolo diretto ed immobile.

§. II. Lavoro da utilizzarsi; prezzo del lavoro del vento.

Non occorrono grandi ricerche per giudicare se il vento è assai costante in un paese, perchè possa essere impiegato come motore. In generale nei paesi montuosi ed elevati, i venti resultano incostanti, irregolari di direzione, e qualchè volta troppo violenti per potere essere utilizzati con le ale dei mulini; all'opposto, nelle vaste pianure prossime al mare, possono esservi dei venti di un'azione periodica e regolare, utilizzabile con convenienza.

Avanti di azzardarsi ad intraprese importanti di questo genere, bisogna consultare la meteorologia dei luoghi ove vuolsi introdurre le macchine mosse dal vento; infatti, se i venti cessano o sono lievi nei mesi caldi, sarebbe un cattivo calcolo quello di volerli impiegare per dar moto alle macchine irrigue; se soffiano con intermittenze di vari giorni, sarebbe mal pensato, di servirsene come forza motrice per intraprese il cui buon'esito dipendesse in gran parte dalla continuità dell'azione, e dall'opra non interrotta di una quantità di lavoranti.

SEZIONE II. Lavoro dell' acqua corrente.

Le acque correnti hanno anch' esse le loro irregolarità dipendenti dalle variazioni delle stagioni e della temperatura. Quando vuolsi impiegarle come forza destinata a mettere delle macchine in movimento, non possiamo dunque limitarci a conoscere la loro azione in un dato momento, bisogna esaminare il loro stato nel corso dell' annata, ed all' epoca dell' alidore.

Questa forza messa alla portata dei coltivatori può esser diretta a molti usi importanti, e specialmente nelle grandi tenute, astraendo dall' uso per le irrigazioni, possono utilizzarsi le acque correnti per battere e vagliare il grano, mondare il riso ed il formentone dai loro inviluppi, trinciare la paglia, i foraggi, le radici, polverizzare la marna ed il gesso, segare il legname, macinare i cereali, ed infine far montare le acque ad un livello superiore del livello naturale. Tutti questi lavori possono ottenersi per mezzo di macchine che non esigono che la spesa di costruzione e di istallazione, che non richiedono che un piccol numero di assistenti bene spesso scelti fra quelli che non sono adatti ai lavori faticosi dell' agricoltura.

§. I. Lavoro disponibile dei corsi di acqua.

La forza di un corso di acqua dipende dal suo volume e dall' altezza della caduta. Per valutarla, bisogna dunque cominciare dall' avere una conoscenza esatta di questi due elementi.

Quando vuolsi misurare il volume dell' acqua, possono presentarsi più casi: 1.° il volume dell' acqua è molto piccolo, ed allora non può servire che ad ali-

mentare una fontana, 2.° il volume dell'acqua potendo essere impiegato come forza, allora può 1.ª sgorgare da un'orifizio; 2.ª può formare una cascata, 3.ª può sgorgare per un canale con regime uniforme.

Nel caso che non si tratti che di un piccolissimo volume di acqua, sbarrasene il corso, e fassi scolare l'acqua al disopra di un serbatojo. Allora la valutazione resulta analoga a quella del secondo caso alla classazione seconda.

Valutazione dell'acqua scorrente per un orifizio. — Succede frequentemente come al 2.° caso classazione 1.ª che devesi determinare il volume di acqua decorrente da un orifizio; questo è ciò che succede, quando ricevesi l'acqua al disotto di una cateratta, o da un apertura fatta in una parete, e questo è il modo più ordinario di distribuzione per le acque dei canali d'irrigazione. Lo sfogo degli orifizi è eguale alla loro area per la velocità del deflusso, che ottiensi moltiplicando l'altezza dell'acqua al disopra del centro dell'orifizio per 19,62 che è il doppio della velocità acquisita da un corpo, nel primo secondo della sua caduta, e prendendo la radice quadrata del prodotto. Così se troviamo dal mezzo dell'orifizio infino alla superficie superiore dell'acqua, un'altezza di metri 0,26; la velocità sarà $\sqrt{0,26 \times 19,62} = 0,226$ metri per minuto secondo.

Se la parete a traverso la quale scorre il liquido, ha una grossezza eguale ad una volta e mezzo almeno la sua più piccola dimensione, o che l'orifizio sia terminato da una cannella che l'acqua riempia, la velocità trovasi ridotta e bisogna moltiplicare il valore della velocità ottenuta per 0,82 onde rilevare in questo caso la velocità teorica; così nell'esempio sopra citato, avremo $0,226 \times 0,82 = 0,18532$ per minuto secondo.

Frattanto, conosciuta la velocità se vuol rilevarsi l' acqua spacciata dal serbatojo, bisogna prendere in considerazione due casi atti a modificare questa espressione della velocità: 1.° l' orifizio sbocca all' aria libera, e l' acqua cade ad un livello inferiore a quello in cui trovasi nel serbatojo che la fornisce; avvi allora carico al disopra dell' orifizio dal lato dell' arrivo dell' acqua, che d' altronde sfoga liberamente alla sua sortita; 2.° l' orifizio continuando ad esser sormontato dal livello del serbatojo dal lato superiore, il suo sfogo ha luogo al disotto del livello dell' acqua di un serbatojo inferiore; allora l' orifizio è affogato.

1.° Per ottenere lo sfogo teorico dell' orifizio con acqua scorrente all' aria libera, e con il carico dal lato superiore, bisogna cercare l' espessione della velocità, nel modo che abbiamo indicato, e quindi moltiplicarla per l' area dell' orifizio. Sia la velocità trovata eguale a 2 metri per secondo, l' orifizio avendo metri quadrati 0,4 di superficie, otterremo $Q = 0,4 \times 2 = 0,8$ ossieno otto decimi di metro cubo per minuto secondo.

2.° Se l'orifizio è affogato, impiegherassi nell'espressione della velocità, non più la differenza del livello dal centro dell' orifizio al serbatojo superiore, ma quella fra il serbatojo superiore ed il serbatojo inferiore. Avendo trovata la velocità, moltiplicherassi come nel caso superiore per l' area dell' orifizio.

Ci inganneremmo se credessimo dopo avere ottenuto lo sfogo teorico dell' orifizio, di conoscere per tutti i casi lo sfogo effettivo. Diverse circostanze concorrono a modificare questo risultato; ci limiteremo in questo luogo ad indicare le principali, quelle che possono avere un' importanza rimarcabile nei rapporti dell'agricoltura.

1.° Conoscesi che allo sfogo da un orifizio, la vena fluida contraesi, quando i filetti laterali dell'acqua vengono ad urtare i filetti dell'acqua che scorre direttamente. Si dice che la contrazione è completa, quando l'orifizio è collocato in modo, che trovasi lontano dai lati e dal fondo del serbatojo, di una lunghezza almeno eguale, da una volta e mezzo a due volte la sua minor dimensione. La contrazione è incompleta se l'uno dei lati dell'orifizio trovasi sul prolungamento delle pareti del canale, o più ravvicinato che la distanza che abbiamo indicata.

2.° Nel caso in cui la contrazione è completa, e che non essendovi una cannella aggiunta la vena si distacca dalle pareti esteriori dell'orifizio, otterrassi lo sfogo effettivo moltiplicando lo sfogo teorico per un dato coefficente scelto per i casi adeguati dalle tavole pubblicate nelle memorie di Poncelet e Lesbros. Se poi si è contenti di ottenere un dato di meno scrupolosa esattezza, allora può moltiplicarsi lo sfogo teorico per 0,62 che è la media degli indicati coefficenti. Ciò produce circa tre quinti dello sfogo teorico. Così nell'esempio sopra citato, se la contrazione è completa, lo sfogo di 0,8 diverrà 0,496.

3.° Se la contrazione non è completa, può derivare che uno, due o tre lati dell'orifizio, trovinsi nella direzione dei lati del canale o serbatojo superiore, ed allora la contrazione non ha luogo che sopra uno, due, o tre lati dell'orifizio. Secondo Bidone, può ottenersi il coefficente richiesto, moltiplicando 0,62 o il coefficente più esatto fornito delle tavole per:

1,125 se la contrazione ha luogo sù tre lati.

1,072 se ha luogo sù due lati.

1,035 se ha luogo sopra un solo lato.

Così nel caso citato più in alto, se la base ed

uno dei lati dell' orifizio trovansi sul prolungamento del canale superiore, la contrazione avrà luogo ancora sopra due lati, e moltiplicando il coefficente 0,62 per 1,072 avremo il nuovo coefficente 0,66 che moltiplicato per 0,8 produrrà 0,528 per lo sfogo effettivo.

Tutte queste regole sono applicabili allo sfogo dell' acqua che passa al disotto delle cateratte di una chiusa; allora l' apertura della cateratta non è realmente che un orifizio sottomesso ai calcoli che abbiamo indicati.

Valutazione dell'acqua che scorre formando cascata—. Per valutare l' acqua che provenendo da un canale o serbatojo poi defluisce in un diversivo, di livello inferiore, formato con pareti e platea murata, bisogna misurare l' altezza dell' acqua nel canale, un metro avanti di giungere al diversivo. Cercasi la velocità che corrisponde in questo punto, con il sistema già indicato, poi si deduce il prodotto teorico di questa velocità per l' area della sezione dell' acqua del canale. Il risultato moltiplicasi per il coefficente 0,405 che è una media derivata dalle tavole di Poncelet e Lesbros, e che si addice per il caso che la parte più bassa del diversivo differisca dal letto del canale di metri 0,1. (I detti autori nelle loro memorie intitolate « *esperienze idrauliche sulle leggi dello sfogo delle acque* » danno una serie di tavole dalle quali resultano i coefficenti appropriati alle varie differenze di livello).

Ecco un esempio del processo indicato. Sia lo sfogo del diversivo largo due metri, la soglia inferiore sia metri 0,1 più bassa del letto del canale di arrivo; avremo per la velocità $V = \sqrt{0,1 \times 19,62} = 0,443$ e lo spaccio $Q = 0,443 \times 0,1 \times 2 \times 0,405 = 0,0359$, ossia $\frac{359}{10000}$ di metro cubo per minuto secondo. Quando

non può prendersi facilmente la differenza di livello fra la soglia inferiore del diversivo ed il letto del serbatojo o canale superiore, ottiensi per approssimazione, misurando l' altezza dello strato dell' acqua che scorre sulla pendenza del diversivo, e moltiplicandola per 1,178 allorchè la lunghezza del diversivo sarà i $\frac{4}{5}$ di quella del serbatojo o canale, e per 1,25 allorquando questa larghezza sarà eguale a quella del serbatojo. Così l' altezza dell' acqua essendo 0,06 la differenza di livello sarà nel primo caso 0,0705, nel secondo 0,0750.

Valutazione delle acque in un canale — Quando l' acqua che vuolsi valutare scorre in un canale che per una certa lunghezza ha una pendenza ed una larghezza presso a poco uniforme determinasi la quantità di acqua che sfoga per minuto secondo, moltiplicando l' area della sezione dell' acqua per la velocità; si ha allora $Q = AV$.

La velocità media dell' acqua non è quella che osservasi al fondo o alla superficie. Questa è più grande, e quella del fondo è più piccola che la velocità media; ma si è riconosciuto che la velocità media era presso a poco 0,80 di quella della superficie. Ottiensi la velocità della superficie, gettando nella parte media della corrente diversi galleggianti, contrappesati in modo che possino rimanere quasi del tutto immersi, ed osservando il tempo che impiegano a percorrere uno spazio determinato; la media di queste osservazioni dà la velocità alla superficie; avendo così ottenuto metri 1,20 a minuto secondo per velocità media alla superficie, la velocità media sarà 0,96. Si ottiene la velocità del fondo, detraendo la velocità della superficie dal doppio della velocità media.

Prendesi in seguito la dimensione del canale fra i punti ov' è stata misurata la velocità dell' acqua. È

raro che il fondo sia piano; nel caso contrario rilevasi la giacitura del fondo, esaminando quanto pesca una stanga in vari punti. Rilevata la forma precisa del canale formasi geometricamente la sezione dell'acqua, e calcolasi la sua area superficiale. Supponghiamo che l'addizione dei diversi triangoli e trapezi di cui componesi il profilo, abbia prodotta un'area di metri quadrati 1,50 lo sfogo sarà a minuto secondo, con la velocità media che è stata superiormente indicata, 1,50 $\times$ 0,96 $=$ 1,44 ossia eguale $\frac{144}{100}$ di metro cubo a minuto secondo.

§. II. Determinazione della forza motrice dei corsi di acqua.

La forza, il lavoro disponibile di un corso di acqua posta in carico con chiusa o sostegno, è il prodotto del peso dell'acqua che scorre per l'altezza della caduta. Il peso dell'acqua, quando questa trovasi al massimo grado di densità è di 1000 kilogrammi a metro cubo; chiamando sempre Q lo spaccio del corso d'acqua per minuto secondo ed H l'altezza della caduta, avremo $P = 1000\ QH^k$ questo risultato, esprime il numero dei kilogrammi che sarebbero elevati per la forza dell'acqua, all'altezza di un metro per minuto secondo.

Conoscendo la velocità, puossi aver sempre l'altezza della caduta, dividendo il quadrato della velocità per 19,62. Così volendo determinare la forza naturale di un corso di acqua senza carico, che produce metri 3,392 d'acqua per secondo, con una velocità di metri 0,6 avremo per l'altezza della caduta:

$$\frac{0{,}6^2}{19{,}62} = 0{,}018$$

un poco meno di due metri di caduta, e la forza P è espressa da $1000 \times 3{,}392 \times 0{,}018 = 61{,}056$ ossia a kilogrammi 61,056 elevati all' altezza di un metro, per ogni minuto secondo.

§. III. Prezzo del lavoro meccanico dell' acqua.

Siamo per ora molto lontani, anche nei paesi ove le intraprese utili hanno preso il maggiore sviluppo, dall' avere impiegate a vantaggio della società tutte le forze che presentano i corsi di acqua. I fiumi navigabili, hanno in generale troppo poca pendenza, perchè si possa ottenere molta forza, derivando le loro acque. Ci limitiamo a collocare qualchè ruota a recipienti, spesse volte stabilita sui battelli, nei punti ove il corso delle acque ha maggior velocità. I fiumi non navigabili sono in generale coperti di numerose officine nelle vicinanze dei centri di popolazione, ed in questi punti, le cascate di acqua hanno acquistato un valore che molto si avvicina al grado di utilità che se ne ottiene; ma allorquando ci allontaniamo da questi punti, conviene formalizzarsi dell' acciecamento con cui trascuransi grandi masse di forza che con maggiore industria si perverrebbe ad utilizzare, e che non costerebbero che la spesa di acquisto delle ripe del corso di acqua e quella della istallazione delle macchine.

Senza dubbio, i progressi dell' irrigazione non tarderanno a fare assumere un valore a queste acque attualmente cosi sprezzate, ma potranno esservi quasi pertutto dei mezzi di accordare l' interesse delle officine a quello dell' agricoltura; questa assorbisce le acque e le fa sparire; l' industria non fa che servirsene al loro passaggio. Potrebbe argomentarsene, che in una distribuzione razionale delle acque, fatta per que-

sti due impieghi, l' industria dovrebbe occupare la parte di maggior pendenza dei corsi d' acqua, e l' agricoltura dovrebbe impossessarsene, quando dopo le grandi cadute, rimanesse ancora il livello sufficiente per l' irrigazione delle pianure. In generale una debol differenza di livello permette ancora questa applicazione. Potrebbe dunque dirsi che per l' industria, il valore dell' acqua è rappresentato dalla massa moltiplicata per l' altezza della caduta; e per l' agricoltura, quasi totalmente è rappresentato dalla sola massa. Se dunque ammettiamo che la forza di un cavallo (75 kilogrammi per minuto secondo) o l' equivalente di forza offerta dal vapore, ha per l' industria un valore di utilità di franchi 2 al giorno, ecco il prezzo che per il possedimento degli elementi componenti questo stesso motore, potrebbe ottenersi dall' agrcoltura.

Ammesso che l' irrigazione costi per media franchi 20 i 10000 metri cubi di acqua, o franchi 0,0020 il metro cubo, rileveremo:

Che se i 75 kilog. resultano da metri 6 di altezza di caduta, e da metri cubi 0,012 di acqua, producenti in sei mesi, metri cubi 216,624, costano . . . . Fr. 433,25.

Che se i 75 kilog. resultano da 3 metri di altezza di caduta, e da metri cubi 0,024 di acqua. producenti in mesi sei, metri cubi 433,248, costano . . . . » 866,50.

Che se i 75 kilog. resultano da 1 metro di altezza di caduta, e da metri cubi 0,072 di acqua, producenti in 6 mesi 1119744 metri cubi, costano . . . . » 2239,49.

Per l' industria, la medesima forza di 75 kilog. a minuto secondo, costerà sempre in in sei mesi . . . . » 360, 0.

A misura che la massa aumenta, l'agricoltura, quando può utilizzare l'acqua, la paga sempre in una maggior proporzione dell'industria, mentre che quest'ultima, esige la combinazione della massa e dell'altezza della caduta.

Quando il coltivatore vorrà servirsi dell'acqua come motore, principierà dal valutare accuratamente il lavoro meccanico che le bisogna, e quello che può mettere in azione, poi le spese di costruzione e di istallamento delle sue macchine, e comparerà l'utilità resultante con l'ammontare delle spese da incontrarsi. Vedrassi che le spese resulteranno sempre modiche, perchè l'effetto utile dell'acqua, procura dei vantaggi importanti nella maggior parte dei servizi reclamati dall'agricoltura, ben'inteso che si sappia trarne il più opportuno partito o per forza motrice o per l'irrigazione secondo le migliori condizioni ottenibili o di caduta o di massa.

SEZIONE III. Del vapore.

Allorchè occorre di eseguire in una data località un lavoro considerabile e costante, come per esempio quello di elevare grandi masse di acqua, in un paese ove regnano venti irregolari e mancano i corsi di acqua in condizioni favorevoli; ove infine il prezzo delle forze animali non permette di approfittarne, avvi sempre la risorsa di quella che produce il vapore. Per quanto sieno rare queste circostanze, pensiamo che con i progressi dell'agricoltura ed a misura che meglio si comprenderanno i vantaggi dell'irrigazione, le occasioni di fare uso del vapore si presenteranno più frequentemente, e che non sarà inutile di indicare in

questo luogo gli elementi dei calcoli che il suo impiego ragionato renderà necessari.

§. I. Valutazione del lavoro del vapore.

Non ci occuperemo in questo luogo a rintracciare i principii di fisica che determinano la densità del vapore, ed il suo modo di azione, ma ci limiteremo alle sole nozioni pratiche. La sorgente della forza prodotta dal vapore è il calorico; e questo è sviluppato dal combustibile in ignizione; è dunque la quantità di calore emessa dal combustibile che bisogna in primo luogo studiare, per giungere alla valutazione della forza del vapore.

Designando con la voce *caloria* la quantità di calore necessario per elevare di un grado la temperatura di un kilogrammo di acqua, le più recenti esperienze hanno provato che ciaschedun kilogrammo di combustibile sviluppava la quantità di caloria indicata nel seguente prospetto.

Carbone di legno, secco e distillato. . . .	7050.
Carbone di legno, comune, contenente 0,20 di acqua.	6000.
Coke puro.	7050.
Carbon fossile di prima qualità, con 0,20 di acqua.	7050.
Detto di seconda qualità, producente 0,10 di ceneri.	6345.
Detto di terza qualità, producente 0,20 di ceneri.	5932.
Legna secche al fuoco, contenenti 0,52 di carbone	3666.
Dette secche all'aria, contenenti 0,20 di acqua.	2945.
Torba ordinaria.	1500.

I migliori focolari non utilizzano che da 0,55 a 0,64 del calore sviluppato dal combustibile, in media 0,60.

Calcolasi il peso del combustibile che bisogna bruciare per trasformare un kilogrammo di acqua ad una data temperatura t, in vapore ad una temperatura t', aggiungendo 550 alla differenza di due temperature espresse in gradi centigradi, e dividendo il prodotto per la quantità di caloria che puossi ottenere dal combustibile impiegato. Se vogliamo avere, per esempio, del vapore a 130 gradi, con dell'acqua a 20 gradi, impiegando del carbon fossile di seconda qualità, otterremo:

$$\frac{130 - 20 + 550}{6345 \times 0{,}60} = 0{,}173.$$

Ciascun kilogrammo di acqua sarà trasformato in vapore a 130 gradi, da kilogrammi 0,173 del detto carbon fossile.

Nello stato attuale della costruzione delle macchine a vapore, possono impiegarsi per gli usi dell'agricoltura, due specie di macchine; quelle a bassa e ad alta pressione, a scatto ed a condensazione.

Nelle macchine a bassa pressione, il lavoro prodotto da un kilogrammo di carbone è dato da questa formula:

$$T = 100{,}000^{k} K \left(1 \frac{P'}{P}\right)$$

nella quale P rappresenta la pressione esercitata dal vapore, alla temperatura che assume nella caldaja, e che per queste macchine si eleva a gradi 110; P' la pressione esercitata dal vapore nel condensatore, di cui la temperatura è presso a poco, quella dell'acqua

di alimentazione; K un coefficiente relativo alla forza ed allo stato di mantenimento della macchina, e che è dato dal seguente prospetto.

Forza delle macchine valutata in cavalli — vapore	Valore di K nelle macchine	
	in ottimo stato	in mediocre stato
da 4 a 8	0,50	0,42
da 10 a 20	0,56	0,47.

Il valore di P e P', o la pressione del vapore sopra un centimetro quadrato, espressa in kilogrammi, resulta dal bel lavoro di Arago e Dulong che hanno formata una tavola dalla quale è stata estratta la seguente.

Temperatura	Pressione	Temperatura	Pressione
0°	0,0069	70°	0,3112
5	0,0094	75	0,3963
10	0,0129	80	0,4783
15	0,0170	85	0,5865
20	0,0235	90	0,7136
25	0,0314	95	0,8617
30	0,0418	100	1,0330
35	0,0549	112,2	1,5490
40	0,0720	121,4	2,0660
45	0,0934	128,8	2,5820
50	0,1205	135,1	3,0990
55	0,1544	140,6	3,6150
60	0,1965	145,4	4,1320
65	0,2482	——	——

Così supponendo una macchina della forza di cinque cavalli, in ottimo stato di mantenimento, la temperatura della caldaja essendo di 107 gradi, il valore di P sarà secondo la tavola $1^k,291$; la temperatura del condensatore essendo di 35 gradi il valore di P' sarà di $0^k,055$. Ed avremo:

$$T = 0,50 \times 100,000 \left(1 - \frac{0,055}{1,291}\right) = 47870^k.$$

Nelle macchine ad alta pressione, troverassi il lavoro di un kilogrammo di carbone con la seguente formula:

$$T = 100,000^k\, K\left(1 + 2,303 \log. \frac{P}{P_{\prime}} - \frac{P'}{P_{\prime}}\right).$$

Nella quale p rappresenta sempre la pressione nella caldaja

P' la pressione nel condensatore.

$P_{\prime}$ la pressione del vapore dopo lo scatto.

K un coefficiente relativo alla forza della macchina ed al suo stato di mantenimento.

Il valore di K è dato dalla tavola seguente.

Forza delle macchine valutata in cavalli — vapore	Valore di K nelle macchine in ottimo stato	Valore di K nelle macchine in mediocre stato
da 4 a 8	0,33	0,30
da 10 a 20	0,42	0,35
da 20 a 40	0,50	0,42.

La pressione p è sempre relativa alla temperatura del vapore, e l'altra p' a quella dell'acqua di alimentazione;

puossi senza molto allontanarsi dal giusto, determinare per questo genere di macchine in $0^k,90$ il valore di p, cioè a dire valutarlo un decimo al disotto della pressione di un' atmosfera.

Così, supponendo una macchina di 5 cavalli in buono stato di mantenimento, la pressione del vapore nella caldaja essendo di 2 atmosfere, avremo:

$$p = 2{,}066,\ p' = 0{,}055,\ p_{,} = 0{,}90\ \ K = 0{,}33$$

e per conseguenza.

$$T = 100000 \times 0{,}33 \left(1 + 2{,}303 \times \log. \frac{2{,}066}{0{,}90} - \frac{0{,}055}{0{,}90}\right).$$

ossivero:

$$T = 100000 \times 0{,}33 (1 + 2{,}303 \times \log. 2{,}3 - 0{,}061) = 76593$$

§. II. Prezzo del lavoro del vapore.

Dietro ciò che abbiamo detto si comprende che la forza che può attendersi dall' impiego del vapore dipende in gran parte dal prezzo al quale può ottenersi il combustibile. Ma in parte dipende ancora dalla natura della macchina impiegata, dalle spese di istallazione, di mantenimento e di condotta di questa macchina.

Il carbon fossile di prima qualità essendo a franchi 2 i 100 kilogrammi, il suo prezzo non rappresenta per una macchina di cinque cavalli, che agisca alla pressione di due atmosfere, che circa il terzo della spesa. Così nel caso che abbiamo analizzato, il lavoro prodotto da un kilogrammo di carbone sarebbe kilog. 76593; quello di 100 kilog. sarebbe 7659300 e la spesa totale ascenderebbe a F. 2 × 3; quindi il metro cubo

di acqua, o 1000^k elevati ad un metro di altezza per secondo, a franchi 0,00078.

Ma per ottenere ciò bisognerebbe supporre che tutta la forza data dal vapore fosse trasmessa alla macchina che fa il lavoro senza alcuna deperdizione. Sappiamo che la quantità di lavoro utilizzabile è lungi dall'arrivare a questa cifra; che per esempio la macchina a spossamento di Rewconmnen non dà che 21000 kilog. d'effetto utile per kilogrammo di carbone, e le migliori macchine, 38000 o 39000 soltanto. Allora il prezzo del metro cubo di acqua elevato ad un metro, sarebbe di franchi 0,0029. Ma conviene rammentarsi che in condizioni opportune, ottiensi il metro cubo dell'acqua dei canali per servizio dell'irrigazione a franchi 0,0005 ed in condizioni più sfavorevoli a franchi 0,0014. Questo rilievo ci offre un'idea del vantaggio che trovasi adottando ogni qual volta sia possibile i motori gratuiti. La preferenza accordata alle macchine a vapore dagli industriali, trae origine principalmente dalla necessità di esser certi di poter proseguire i lavori senza interruzioni, e poter far conto ad epoche determinate dei prodotti della fabbricazione.

In agricoltura, la mancanza dei corsi di acqua in estate, l'irregolarità del vento, le spese che possono esigere i diversivi artefatti per l'irrigazione, sono altrettanti aggravi che qualche volta possono riuscire tanto considerevoli da far propendere l'intraprenditore per l'adozione del vapore.

SEZIONE IV. Dei motori animati in generale.

Fra i motori inanimati di che abbiamo parlato l'acqua non agisce che per l'effetto del suo peso; il vento non è che l'aria che cerca di ristabilire il suo

equilibrio sconcertato dall'ineguaglianza di riscaldamento delle diverse parti della sua massa. Il vapore è una produzione dell'uomo. Bisogna bruciare una data quantità di combustibile, per produrne la dose occorrente. In condizioni convenienti, con questi motori, le macchine possono agire costantemente con lo stesso grado di intensità per tutta la durata della loro azione che non è limitata che dalla degradazione dei materiali che le compongono. Le forze animali hanno ancora altre esigenze; esse bruciano del carbone con la respirazione, e questa combustione è la misura del calor vitale come della forza del vapore; per questo bisogna fornirle degli alimenti carbonati; esse sono soggette continuamente a delle sottrazioni e a delle addizioni, differendo in questo dai movimenti prodotti dalla forza del vapore, sempre uniformi e ripetuti. Agli elementi che nei motori animati resultano eliminati in diverse maniere, bisogna sostituirne dei nuovi identici, rappresentati in gran parte dagli alimenti plastici che formando il sangue influiscono sugli organi per mezzo della circolazione. Così le forze animate oltre l'alimento della combustione che esigono come le macchine a vapore hanno ancora bisogno dell'alimento giornaliero di riparazione; la loro macchina ha sempre d'uopo di essere ricostruita, o almeno mantenuta in stato di forza.

Questa differenza non è la sola. La macchina a vapore bene costruita può funzionare in un modo continuo e senza interruzione, fintanto che i materiali che la compongono rimangono inalterati e nel loro stato normale. Non è così degli agenti animati; dopo un lavoro la di cui maggiore o minor durata dipende dalla loro intensità, sopravviene lo spossamento che deve essere succeduto dal riposo, nel tempo del quale

gli organi acquistano di nuovo la forza necessaria per rimettersi all'opera. Il loro lavoro è dunque assolutamente intermittente.

Di più, con il vapore può esigersi in una maniera continua il maximum di lavoro che questo motore è suscettibile di produrre; il motore animato, non sopporta lungo tempo la continuazione del suo maximum di lavoro, e la fatica eccessiva che le venisse imposta, non tarda a renderlo spossato fino al punto qualche volta di distruggere in esso la vita, o almeno la possibilità di ricominciare dei simili sforzi. Nell' animale, fino ad un certo punto, la quantità di lavoro eseguita in un tempo dato, è proporzionale alla durata di questo lavoro; ma altresì avvi un punto passato il quale, lo sforzo violento dura sì poco che la intensità non compensa la corta durata.

Il lavoro meccanico misurasi secondo il tratto percorso dal punto di azione, moltiplicato per la resistenza vinta in un dato tempo, cioè a dire, che chiamando P lo sforzo medio in kilogrammi; esercitato nella direzione della resistenza, V la velocità media in metri, e T il tempo, avremo: $Q = P \times V \times T$; avremo dunque a considerare per ciascheduno degli agenti animati; 1.° lo sforzo massimo di cui è suscettibile; 2.° la sua velocità allorchè egli non è sottomesso a veruno sforzo; 3.° lo sforzo con una velocità data; 4.° le condizioni di velocità e di sforzo che utilizzano il maximum di lavoro; 5.° il prezzo al quale ottiensi il lavoro, cioè a dire, la somma degli elementi calorifici e plastici che esige il mantenimento delle forze animali. Preporremo pertanto la ricerca dei mezzi pei quali possiamo procurarci i servizi di queste forze.

SEZIONE V. Dell' uomo.

§. I. Acquisizione del lavoro dell' uomo.

La tensione dei muscoli, lo sforzo, cagiona all' essere animato una pena, cui cerca naturalmente di scansare; gli animali in libertà non adottano che un' esercizio moderato, che tende soltanto ad agitare i loro muscoli ed a facilitare le azioni vitali, ma rinunziano bentosto al contrasto contro una forza opposta. Essi si riparano dal vento, preferiscono le direzioni oblique piuttosto che la via dritta molto inclinata, scansano gli ostacoli. In sostanza la sola necessità gli assoggetta al lavoro.

Linneo ha detto che l' abitazione naturale dell' uomo è fra i tropici, ove trova un nutrimento tutto preparato nei frutti delle palme. Fuori dei tropici esso non è che un ospite, obbligato a strappare il suo nutrimento ad una terra matrigna. Da che l' accrescimento della popolazione lo ha forzato ad abbandonare quei luoghi ove la natura preparavagli un nutrimento cui non aveva che la pena di cogliere, è stato obbligato di perseguitare con fatica gli animali delle foreste per nutrirsi della loro carne, poi di ridurre alcuni fra essi alla domesticità e di vegliare con assidue cure alla loro conservazione. Infine la popolazione sempre crescendo, e venendo a mancare lo spazio per alimentare i bestiami, è bisognato all' uomo di ricorrere alla cultura della terra onde procurarsi i vegetabili opportuni al proprio nutrimento. L' agricoltura comincia, allorchè le pasture divengono tanto scarse al bisogno, da dar luogo a dispute fra le popolazioni limitrofe, ed allorchè la sussistenza ottenibile per i bestiami, diventa

incerta o insufficiente; allora si coltivano annualmente le terre più ricche e le meglio disposte, poi dopo averle spossate, abbandonansi al riposo per rivolgersi a coltivarne altre; le terre disponibili sono allora tanto estese in comparazione dei coltivatori, che la loro appropriazione non è che temporaria, mentre dopo sfruttate, ritornano nel dominio comune delle pasture.

Ma quando la popolazione di più in più aumenta e si riconcentra, quando bisogna dissodare il terreno con gravi fatiche ed in un modo permanente, quando una massa considerabile di lavori trovasi capitalizzata sulla terra allorchè è stata ripulita dalle pietre, recinta, sanata dalle acque stagnanti, e tutto ciò per assicurarsi una produzione prolungata, allora ha luogo necessariamente l'appropriazione a vantaggio di quelli che hanno intrapresi questi lavori, ed a profitto altresì degli abituali occupanti di certe determinate superfici. Il terreno una volta così spartito, i nuovi sopravvenienti non possono più ottenere la loro sussistenza, sennonchè aiutando i proprietari nei loro lavori, ed ottenendone in compenso una parte delle raccolte. Tali sono i mezzi naturali e legittimi per i quali la terra è stata occupata e coltivata; così è che attualmente procedesi in America.

Fra le nazioni semibarbare, quando una popolazione perviene con la forza a vincere ed assoggettare i suoi vicini, essa li riduce alla schiavitù, e gli assoggetta ai lavori della cultura, così pervenendo a liberarsene essa stessa. È così che procedevano i popoli antichi, allorchè dominava la violenza. È così che ancora sventuratamente, la schiavitù conservasi in alcune parti dell'antico e del nuovo continente, violando i principii più sacri della religione e della morale. Sotto un clima il più favorevole, lo schiavo coltivando una

pianta che contiene $\frac{18}{100}$ di zucchero, arriva appena ad emulare il cultore libero, che in un clima più ingrato, coltiva una pianta simile ma che contiene appena $\frac{8}{100}$ di zucchero. Ancora astraendo dall' interesse della morale e dell'umanità, la difficoltà delle transizioni, può solo impegnare il proprietario a perseverare nell' impiego di questo mezzo, per ottenere un lavoro così imperfetto sotto il rapporto economico, e conseguito spesso con necessità di impiegare mezzi crudeli e violenti.

Il servaggio non è che una modificazione della schiavitù. Il servo dà al signore una parte del suo tempo, in cambio di una porzione di terreno che coltiva per suo proprio conto; il servo è assoggettato a non potere abbandonare il possesso che coltiva, a non poter ricercare delle migliori condizioni di quelle che le vengono imposte. Queste condizioni sono dunque necessariamente le meno vantaggiose che sia possibile di accordare, specialmente quando i governi lasciano ai signori il libero arbitrio. Il servo avendo due nature di lavoro da soddisfare, l' uno di cui utilizza il prodotto, l' altro da devolversi a profitto del suo signore, comprendesi che quest' ultima missione è sempre la più trascurata; per convincersene basta conoscere l' immensa quantità di terreni che bisogna possedere sotto questo regime, per avere una piccolissima rendita.

Il lavoro dell' uomo non servo, si acquista in due maniere; o col mezzo del salario, o col mezzo dell' associazione del proprietario e dell' operaio, lo che costituisce la mezzeria, o come dicesi in Toscana Colonïa parziaria.

Il lavoro salariato pagasi a giornate, ad annate ed a cottimo.

Il lavoro a giornta suppone la sorveglianza abituale del proprietario o suoi agenti, per assicurarsi che il tempo è bene e completamente impiegto. L'attività dell'operaio non essendo stimolata che dal timore di essere rinviato, è in proporzione della concorrenza che teme; ma in ogni caso esso impiega la minor quantità di forza che le è possibile, e soltanto quella che occorre per mettersi al coperto dai rimproveri. Questo minimum di attività si modula fra tutti gli operai in proporzione della sorveglianza, e finisce per forza di abitudine con essere ammesso come regola.

Il lavoro ad annate è ancora meno attivo. Avvi allora un contratto che rassicura l'operaio da un subito sfatto.

Il lavoro a cottimo in cui l'operaio vende una determinata quantità di lavoro, è quello in cui spiega la maggior forza, attività e diligenza. Questo modo di acquisizione del lavoro, è senza contraddizione il più vantaggioso per il proprietario e per l'operaio robusto ed intelligente; per il proprietario che ottiene con una semplice ispezione a fine d'opera, e senza sorveglianza continua il compimento del lavoro convenuto, specialmente se si tratti di dissodamenti, scassi, vangature, ec.; per l'operaio che conserva le sue abitudini di attività e che mette a profitto tutte le sue forze, mentre che se lavorasse a giornata dovrebbe regolarsi sul lavoro infingardo degli operai di qualità inferiore, e per conseguenza non potrebbe ricevere che il salario proporzionato a questi ultimi.

Vedonsi qualche volta, degli operai agricoltori associare le loro braccia per offrirsi in comune per l'esecuzione di certi lavori; ma queste associazioni non han luogo che fra uomini vigorosi, atti ad eseguire rapidamente e bene dei faticosi lavori di cottimo; da queste

associazioni gli uomini deboli ed infingardi rimangono sempre esclusi.

Il lavoro più celere e più produttivo è quello che l'operaio fa per suo proprio conto e sul suo terreno, perchè in questo caso esso raccoglie il frutto totale del suo lavoro. Il prezzo che gli operai esigono per le giornate fatte a lato del coltivatore proprietario, stà a quello dell'operaio a giornata con un proprietario non agricoltore, come 14 a 10. Nei paesi ove le proprietà sono molto suddivise, e laddove i terreni non sono arborati, la miglior condizione per l'operaio e per il cittadino possessore di poche particelle di terreno, è quella dell'affitto, mediante il quale rimane a vantaggio del primo l'esuberanza di attività, mentre il secondo si assicura una rendita media dalle sue terre, senza bisogno di sorveglianza e senza dovere starsi soggetto alle eventualità.

Infine l'ultimo mezzo di porre la forza degli uomini a disposizione dei proprietari dei terreni, è l'associazione, ossia la mezzeria; in questo sistema l'operaio riceve un salario variabile per una determinata quantità di lavoro, poichè questo salario consiste in una parte delle raccolte; ma questo modo aleatorio, che è favorevole al lavoratore, non è generalmente offerto che a quelli operai, che oltre le loro braccia e quelle della famiglia possono far valere delle garanzie di buon costume e di capacità, e che inoltre possiedono un certo capitale. Come direttore della cultura, il mezzajolo manca d'istruzione, ed è generalmente contrario dall'associare braccia straniere ai suoi lavori ancor quando quelle della propria famiglia sono meno che sufficienti alle esigenze del possesso. Il proprietario che vuol tirare qualche partito utile da queste associazioni, è costretto ad occuparsi o da per se, o per

mezzo di agenti abili, della direzione delle aziende, ed a porre avanti delle condizioni che sieno atte a stimolare l'interesse del mezzajolo. La natura della mezzeria, mette al nudo il difetto di tutte le associazioni di interessi, ove i contraenti, che hanno parte ai prodotti, apportano il loro contingente negli elementi della produzione; ciascheduno di essi, tende sempre a fare il minor possibil deposito, e si sforza di profittare di quello del suo associato. Se tutto il raccolto dell'orto è dovuto al mezzajolo, l'orto è ben coltivato, mentre i campi limitrofi dei quali divide il prodotto, vedonsi in peggiore stato. Il proprietario rivolge le sue cure alle piantazioni, alle fabbriche ed a tutto ciò che accresce il valore del capitale dei fondi e le fa sperare un'aumento di rendita in futuro, mentre annette un'importanza secondaria all'incremento delle semente annue, oppure si ingegna che le raccolte derivino più dal lavoro delle braccia del mezzajolo, che dall'abbondanza dei concimi, e dal sufficiente corredo di bestiami, per l'acquisto dei quali dovrebbe ammortizzare dei capitali vistosi, e dall'altro lato lasciare la metà del maggior prodotto, a vantaggio del mezzajolo. Queste viste minute di interesse, poste in azione dall'una parte e dall'altra, sono di gran progiudizio all'assieme delle intraprese, e spesso producono lo squallore nelle campagne di intere provincie, e tutte le conseguenze dolorose di una relativa miserabil condizione fra i consocii di un intrapresa.

§. II. Forza muscolare dell'uomo.

La forza statica e muscolare delle differenti parti del corpo dell'uomo, cioè a dire lo sforzo massimo che può produrre, è stato misurato in più maniere,

osservandolo specialmente nella pressione delle pugna e nella resistenza dei reni. Col mezzo del dinamometro è stato rilevato in Francia.

Per un'uomo di statura media, kilog. 40 per lo sforzo esercitato con la mano dritta, e hilogrammi 130 per lo sforzo esercitato con i reni.

Nel Belgio fu rilevato per l'uomo di statura media delle seguenti età, lo sforzo in kilogrammi.

anni	le due mani	le reni	anni	le due mani	le reni
15	57,1	88	30	89,0	154
20	84,3	138	40	87,0	122
25	88,7	155	50	74,0	101.

Dalla donna di statura media, fu ottenuto uno sforzo un poco meno della metà di quello dell'uomo.

Da un' indigeno della nuova Olanda ottennesi con la mano destra uno sforzo di kilog. 51,8 con i reni 101.

Da un Malese di Timur, con la mano destra kilog. 58,7 con i reni 113.

Facendo tirare una corda passata per una puleggia, e poi socquadrata alla spalla, ottennesi una forza massima di kilog. 51,480; media di 47,218; minima di 42,120.

Facendo tirare con le due mani una corda passata per una puleggia e diretta orizzontalmente all' altezza del petto, ottennesi una forza massima di kilog. 49,140; media 44,577; minima 39,780.

La statura degli uomini varia molto, secondo le età, e secondo i paesi. Nel Belgio la crescenza non è completata ai 19 anni; qualche volta, nemmeno ai 25; in questo paese la statura media è di metri 1,64; in Olanda di 1,68; nelle montagne di Genova 1,56; a Berlino la statura media di 20 uomini presi a caso

era metri 1,67; in Francia la statura media dei contigenti dell' armata dal 1825 al 1829 fu rilevata di metri 1,658; e dal 1830 al 1833 di metri 1,655.

L' altezza della statura, favorisce tutti i lavori in cui esercitasi un' azione di reni dall' alto in basso, e quella per esempio di girare verticalmente un manubrio, perchè nel momento che il manubrio discende equilibrasi la sua trazione, con il peso del corpo.

Il peso dell' uomo non pingue, può divenire un elemento della sua forza, quando vien fatto agire come contrappeso per sollevare dei gravi per mezzo di fune passata da una puleggia in alto, quando vien fatto gravitare sopra un corpo suscettibile di cedimento, che vuolsi calcare. Il peso medio fra 80 uomini fu rilevato a Cambridge in kilog. 68,46. Quetelet ammette che fra gli individui completamente sviluppati, il rapporto della statura al peso è come 1 a 36,7 fra gli uomini piccoli, come 1 a 41,4 fra gli uomini grandi, come 1 a 39 fra gli uomini di statura media. Dunque se si stabilisca come statura media, quella di kilog. 1,655 avremo il peso di un' uomo di media statura $39 \times 1{,}655 = 64^{k}{,}545$. Il secondo elemento del lavoro meccanico dell' uomo è la velocità; intendesi della velocità dell' uomo a passo. Esperienze accurate hanno dato lo spazio percorso in un minuto secondo, con un passo possibile a mantenersi per 4 o 5 ore, nel maximum in metri 1,755 nella media in 1,602 nel minimum 1,489.

Stimasi in generale che un pedone senza carico può percorrere 6 kilometri ad ora, proseguendo un lungo cammino, lo che fa metri 1,67 a minuto secondo; così il pedone di media statura percorre senza grave scomodo metri 0,80 a passo, e quindi in un minuto passi 125 circa, ed in un' ora, passi 7500, du-

rando a camminare ore 8 e mezzo per giorno. Però non si fà conto che di 42 kilometri per la giornata media degli uomini in truppa.

Ma un'uomo esercitato alla corsa, percorre 13 metri per secondo andando velocemente; però quello che chiamasi passo di corsa è di 2 a 3 metri a minuto secondo.

Se l'uomo può fare uno sforzo di 47 kilog. tirando una corda posta a socquadro con la spalla, con una velocità nulla, se può camminare con una velocità di metri 1,602 senza fare altro sforzo che quello di trasportare il peso del proprio corpo, qual sarà la forza che esso potrà spiegare con una data velocità? Ecco ciò che bisognerebbe ricercare con le esperienze e nei differenti modi di azione di cui l'uomo è suscettibile.

Schulze, avendo applicati sette uomini, tiranti per di sopra la spalla, ad una macchina alla quale un peso di 101 kilog. imprimeva una velocità di metri 0,750 a secondo, rilevò che questi uomini posti in addizione al peso, la facevano muovere con una velocità di metri 0,757 a secondo, e quindi ognuno di essi operava presso a poco un lavoro meccanico espresso in kilogrammetri nel modo che appresso.

$$\frac{101}{7} \times 0{,}757 = \text{kilogrammetri } 10{,}9$$

Eulero, ricercando l'espressione analitica del lavoro meccanico, convenne in questa formula:

$$P' \, V' = P \left(1 - \frac{V'}{V} \right)^2$$

nella quale P esprime la forza assoluta in caso di equilibrio, V la velocità assoluta senza carico, P' la

forza relativa, e V' la velocita corrispondente. Secondo le esperienze di Schulze abbiamo:

$$P'\,V' = 47{,}218\left(1 - \frac{0{,}757}{1{,}602}\right)^2 \times 0{,}757 = 13^{m}{,}11 \times 0{,}757 = 9^{k}{,}9\,,$$

L'esperienza effettiva ci da kilog. 10,9 e la formula di Eulero produce kilog. 9,9.

Cercando di seguito lo stesso Eulero, la formula che esprime il maximum di lavoro, trovava che occorreva fare $V' = \frac{1}{3}\,V$ e $P' = \frac{4}{9}\,P$; o altrimenti, che non bisognava impiegare che il terzo della velocità, ed i $\frac{4}{9}$ della forza statica. Applicando le esperienze di Schulze, abbiamo per il terzo della velocità:

$$\frac{1{,}602}{3} = 0{,}534$$

Per i quattro noni della forza statica:

$$\frac{47{,}218 \times 4}{9} = 20{,}99$$

E per il maximum di lavoro

$$0{,}534 \times 20{,}99 = \text{kilog.}^{\text{tri}}\ 11{,}21$$

Comprendesi che bisognerebbe possedere i risultati delle esperienze per gli altri modi di azione, per potere, applicando questa formula, osservare i risultati comparativamente.

Coulomb trovò che la velocità di un'uomo pesante 65 kilog. e montante una dolce salita, oppure una scala di 30 metri con una velocità di 14 metri per minuto, o di $0^{m}{,}23$ per secondo, ed una scala di 40 metri in 10 minuti, elevavasi soltanto metri 0,16 per secondo, lo che dà un lavoro meccanico di kilo-

grammetri 9,75 a minuto secondo; ma verificò pure che un'uomo montava una scala di 150 metri in 20 minuti, elevandosi così $0^m,125$ a minuto secondo. Così, più lo sforzo è prolungato, meno la velocità è grande. Saussure rimarcò che un'uomo montante una salita dal 7 al 10 per cento, elevavasi 400 metri per ora, e per conseguenza con una velocità verticale di $0^m,11$ a secondo; lo che dà per l'effetto sperimentale e continuato per tutta la giornata $68 \times 0,11 = 7,48$ kilogrammetri a minuto secondo.

P. Gasparin vidde che un'uomo montando una salita, elevò ad un'altezza di metri 1500 in otto ore di tempo, un frontone da cammino pesante 80 kilogrammi. Supponendo il peso dell'uomo 68 kilog. abbiamo da ciò un total peso di 148 kilog. sollevati con una velocità verticale di 0,05 a secondo, oppure un lavoro meccanico di 7,40 kilogrammetri a secondo. Coulomb costatò che sotto il carico di 150 kilogrammi, lo che aggiunto il peso del corpo dà un totale di 218 kilogrammi, un uomo può appena muoversi. Quindi avremo per il maximum di lavoro meccanico di un'uomo che monta una salita, la velocità di 0,11 moltiplicata per i $\frac{4}{9}$ 218 o per $95,8 = 10,54$ kilogrammetri in luogo di kilog.^{tri} 7,48 datici dall'esperienza. La formula non sarebbe dunque bene applicabile nel caso del trasporto verticale dei gravi, e bisognerebbe prendere soltanto 0,31 o circa $\frac{1}{3}$ invece di $\frac{4}{9}$ o 0,44.

Ma quando impiegansi le forze dell'uomo ad inalzare dei gravi, deve riflettersi che il suo lavoro non è continuo, e che dopo il tempo dell'ascensione fatta a profitto del lavoro meccanico viene quello della discesa, nel tempo della quale non avvi lavoro meccanico prodotto. Sia per esempio il caso di un peso condotto alla sommità di un monte, elevandolo di 400

metri per ora o 0,11 per secondo; la discesa fassi ordinariamente nei $\frac{2}{3}$ del tempo impiegato a montare, ossia valutando 0,66 per la montata, e 0,44 per la discesa, del numero dei secondi impiegati; così in una giornata di ore 8 di azione, ve ne saranno state 4,80 impiegate a montare e 3,20 impiegate a discendere. Il lavoro essendo $7^{km},48$ a secondo, o 26928 kilog.^{tri} ad ora, non sarà in sostanza per l'intera giornata di ore otto, che di hilog.^{tri} 129225 in luogo di kilog.^{tri} 215424.

Ma in questo lavoro, non avvi di veramente utile che l'elevazione del peso, e non quella del corpo dell'uomo. Ora questo peso varia molto, secondo la lunghezza della montata, e per un lavoro continuo della giornata, non deve molto oltrepassare i kilog. 27,8 mentre che per delle montate di 10 a 12 metri, può facilmente giungere ad 80 kilogrammi; la velocità varia nei medesimi rapporti, in maniera da produrre presso a poco 7 a 8 kilog. per secondo. Lo sforzo utile non sarebbe dunque che di $27^k,8 \times 0^m,11 = 3^k,^m058$ per minuto secondo d'ascensione; la giornata di ascensione essendo di ore 5,76 abbiamo kilog.^{tri} 52843 di lavoro utile.

Così quando vorrassi calcolare l'effetto utile di questo lavoro, continuato per tutta una giornata o per più giornate, si troverà moltiplicando $3^k,^m058$ per 0,66 del numero dei secondi impiegati in questo lavoro. Se si domandasse per esempio, la quantità del grano che un'uomo in una giornata di ore 8 potrebbe far montare in un granaio, avremo $(3^k,058 \times 28800) \times 0,66 = 58126$ kilogrammi di grano elevati ad un metro di altezza, e se il granaio fosse elevato a metri 10 dal suolo, avremmo dividendo per 10, kilogrammi 5812,6 che, l'ettolitro pesando 78 kilogrammi, otterre-

mo ettolitri 74,5 di grano trasportato alla detta altezza da un uomo in una giornata di ore 8 di lavoro.

Abbiamo veduto che l' uomo produce uno sforzo di kilogrammi 7,48, che può dare uno sforzo utile di kilogrammi 3,058 montando caricato di un peso, e che esso perde di seguito tutto il tempo della discesa, lo che riduce a 2^k,22 lo sforzo utile prodotto in ciaschedun minuto secondo della sua giornata.

Un sistema ingegnoso adottato in varie occasioni, produce un lavoro molto superiore all' ordinario, e consiste nel far montare un uomo con il carico competente, all' altezza ove deve depositarsi il materiale; di seguito quest' uomo calasi rapidamente equilibrato ad un contrappeso che si inalza all' altezza medesima, conducendo in alto un' altro carico di materiale eguale al peso dell' uomo, meno il peso del recipiente che contiene il materiale indicato. Così in una giornata di ore 8 se un' uomo conduce a 10 metri di altezza un carico di 78 kilogrammi, facendo 75 viaggi, porterà in alto kilogrammi 5850 di materiale, e più nello stesso tempo verrà inalzato un carico supplementario di 70 kilogrammi almeno per ogni discesa, o kilogrammi 5250, onde in tutto per l' azione dell' uomo e del congegno del contrappeso, verranno inalzati kilog. 11100 di materiale a 10 metri di altezza in una giornata di ore otto. Riflettendo all' economia che ottiensi con questo sistema di tutto il tempo che dovrebbe impiegare l' uomo per discendere 75 volte fino al piano di terra, vedremo che può considerarsi il lavoro ottenibile con questo apparecchio più che doppio, di confronto al lavoro effettuabile nel tempo medesimo con il metodo ordinario.

§. III. Durata delle giornate del coltivatore.

In alcune parti della Provenza avvi il sistema di far durare ugual tempo la giornata a lavoro, in tutte le stagioni. Si impiegano 8 ore con una intermedia di riposo, quindi rimangano 7 ore di lavoro. Nel gennajo cominciano ad ore 8 di mattina per finire a 4 ore pomeridiane; in luglio cominciano ad ore 4 di mattina per finire a 2 ore pomeridiane. Nelle stagioni che lasciano un avanzo di giorno sufficiente, l' agricoltore impiega questo avanzo nei lavori poco faticosi della cultura del proprio orto. Questi uomini che un discreto esercizio giornaliero rende vigorosi, producono in queste sette ore uno sforzo utile, almeno eguale a quello di altri agricoltori che lavorano in estate dalle 4, della mattina fino alle sette della sera, con tre ore intermedie di riposo, (una per la colezione due per il pasto) cioè che lavorano 12 ore. L' agricoltore impiegato in lavori di scasso e di vangatura, esaurisce in ore 7 la sua facoltà di lavoro. Qui non intendesi parlare dei lavori urgenti della sementa della mietitura, della vendemmia ec. che esigono molta assiduità, piuttosto che molto sviluppo di forze muscolari.

Nell' Italia di mezzo e particolarmente in Toscana per tutte quelle campagne ove ha luogo una cultura regolare, le ore occupate con il lavoro dai nostri campagnoli sono in maggior numero, ma pensiamo che non vi corrisponda uno sforzo utile proporzionale, e che anzi questa esurberanza di lavoro sia cagione di una debilitazione progressiva e di una svogliatezza rimarcabile. Speriamo che quest' accenno varrà a richiamare l' attenzione degli agronomi su questo soggetto,

che è importantissimo del pari per l'agricoltura che per l' umanità.

Ecco il prospetto espresso in ore e minuti, della giornata occupata comunemente al lavoro dai nostri agricoltori, che dura dal levare al tramontare del sole, due pasti intermedi in inverno e tre in estate.

Gennajo . .	ore	9,56	con	ore 2,00	di riposo
Febbrajo . .	«	11,10	«	« 2,00	«
Marzo . .	«	12,00	«	« 2,30	«
Aprile . .	«	13,30	«	« 2,30	«
Maggio . .	«	14,45	«	« 3,00	«
Giugno . .	«	15,15	«	« 3,00	«
Luglio . .	«	14,57	«	« 3,00	«
Agosto . .	«	13,45	«	« 3,00	«
Settembre .	«	12,30	«	« 2,30	«
Ottobre . .	«	11,00	«	« 2,30	«
Novembre .	«	9,45	«	« 2,00	«
Dicembre. .	«	8,52	«	« 2,00	«

La media annua resulta di ore 12,17 dalle quali dedotta la media del riposo in ore 2,30 abbiamo un resultato di ore 9,47 per il tempo effettivo impiegato al lavoro.

Dei giorni di riposo sono alternati fra i giorni di lavoro, cioè quelli delle domeniche e delle altre feste straordinarie, quelli delle pioggie, delle nevi e delle gelate.

Nel sud-est della Francia, resultano da esatti ragguagli.

N.°	62	Feste con esclusione di lavoro.
	41	giorni di cattivo tempo
	262	giorni di lavoro.
	365	

Nelle regioni dell' Italia media ottengonsi in conguaglio.

N.° 63	Feste con esclusione del lavoro
62	giorni di cattivo tempo
240	giorni di lavoro.
365	

I 62 giorni di cattivo tempo, resultano dai giorni piovosi iemali, dalle nevi, dalle gelate e dalle pioggie burrascose, che specialmente in primavera ed in autunno hanno luogo interpolatamente al tempo sereno.

La conoscenza della durata del lavoro giornaliero in ciaschedun mese, e del numero dei giorni da lavoro, è uno dei dati più importanti per la valutazione della forza attiva di che può farsi assegnamento in un dato paese.

§. IV. Lavoro giornaliero dell' operaio

Qual può essere la misura del lavoro di cui un' operaio è suscettibile? I lavori ai quali può essere applicato sono così diversi, che è ben difficile di trovarne uno che sia di un' uso tanto generale e così uniforme da poter servire di regola. Quello che sembra meglio prestarsi è lo sterro, consistente nel remuovere una terra non tenace, con la zappa, gettandola quindi con la pala ad un' altezza che non ecceda metri 1,60 che è quella del carrettone che trattasi di caricare, o dei bordi delle fosse scassate.

Ecco il risultato di numerose esperienze fatte in Francia nell'occasione dei pubblici lavori eseguiti a giornata.

	cubicità	rapporto
gli operai di 1.ª classe (masimum di forza e di attività) scavano metri cubi . .	18,65	100
gli operai di 2.ª classe (maximum di forza e poca attività) scavano	15,72	84
gli operai di 3.ª classe (minor forza e più grande attività) scavano	15.31	82
gli operai di 4.ª classe (minðr forza e minore attività) scavano	14,39	77
Media. . .	16,02	

Questo prospetto è lontano dal presentarci il maximum ed il minimum del lavoro che può ottenersi. Vi sono delle associazioni di uomini vigorosi, che in specie nei cottimi, scavano anche metri cubi 20 di terra per giorno, mentre un' operaio di 4.ª classe, che lavori a giornata senza essere vigilato, ne scaverà appena 11.

Un operaio vigoroso, vangando il campo non soverchiamente tenace e di sua proprietà, scasserà 300 metri quadrati di terra per giorno; un operaio lavorando a cottimo, ne scasserà 282; un' altro lavorando a giornata con sorveglianza, ne scasserà 192, e se non sarà sorvegliato arriverà appena a scassarne 100.

Quindi facendo il lavoro del primo eguale a 100 avremo pel 2°,94 pel 3°,64 pel 4°,34.

Queste sono le esperienze comparative che vorremmo fossero fatte nei vari paesi; esse devono essere coordinate, prendendo di mira dei lavori fatti secondo diverse tenacità di suolo, sufficientemente estesi, e per lungo tempo prolungati, onde poter dedurre delle medie da servire di norma generale.

§. V. Limiti del prezzo della giornata dell' operaio.

Se il prezzo che l' uomo riceve per il suo lavoro, non fosse sufficiente per il suo mantenimento e per quello della sua famiglia, vi sarebbe stento, deperimento di forze, malattie e per conseguenza riduzione del numero dei lavoratori; la cultura sarebbe in decadenza. Se questo prezzo eccedesse il valor necessario al mantenimento della famiglia dell' operaio, allora esso potrebbe, o divenir proprietario economizzando gli avanzi giornalieri, e così dando incentivo alla suddivisione dei possessi; o potrebbe tirar partito degli avanzi per prendersi dei riposi; allora ne resulterebbe minor quantità di lavoro, e maggior carezza nei prodotti ottenibili; o potrebbe servirsi dell' eccedenza del salario per abbandonarsi alle intemperanze ed al lusso, distruggendo in tal modo la moralità, la salute e le forze, e cadendo al sopraggiungere delle traversie in una profonda miseria. Ma siccome è ben piccolo il numero di quegli operai che conservano dei semplici costumi, ed utilizzano gli avanzi per l' avvenire, crediamo che laddove si verificasse un salario esuberante, sarebbero maggiori i danni che i vantaggi che in generale verrebbe a risentirne l' operaio ed il lavoro. Dunque se il salario è minore del necessario, l' operaio sparisce, se è maggiore, sono più le probabilità del danno che quelle dell' utile. La verità è che il prezzo necessario è obbligatoriamente accordato. Il salario non elevasi al disopra, che quando la domanda delle braccia supera l' offerta che presentasi sul mercato. Succede spesso così 1.° nei paesi ove la gran proprietà lotta ancora con forze ineguali contro la piccola 2.° in quelli ove i prodotti della cul-

tura sono ricchi e richiamano una grande attività di lavori 3.° in quelli nei quali per le inclemenze del clima, o di eccessivo calore o di malsania nell' aria, gli operai resultano spesso decimati 4.° in quelli ove un lavoro industriale poco penoso e ben retribuito è posto in concorrezza con quello della terra 5.° infine in quelli ove il lavoro agricola considerasi come abietto e degradante, per esempio nelle vicinanze di quei luoghi ov'è praticato dagli schiavi.

All' opposto il salario non cade al disotto del prezzo necessario, se non che allorquando l' offerta delle braccia supera la dimanda. Questo può succedere 1.° nei paesi ove dominano le grandi proprietà, quali per causa dell' inerzia che sempre le accompagna, rende di effetto negativo delle intraprese che potrebbero effettuarsi con utile in condizioni differenti, e così diminuisce in proporzione la possibilità dell' impiego di una parte degli operai 2.° in quelli ove i prodotti della cultura hanno poco valore, ed ove la mano d' opera può facilmente esser supplita dal lavoro meccanico, o ridotta inutile per la conversione delle terre in pasture 3.° in quelli ove il clima freddo o temperato sollecita all' attività 4.° in quelli ove non esiste la concorrenza di lavori di manifatture 5.° in quei paesi infine che essendo da lungo tempo eminentemente agricoli, hanno favorito l' aumento di una popolazione che deve necessariamente trovare la propria sussistenza nelle occupazioni dell' agricoltura.

Se si applicano queste considerazioni al sistema colonico, al quale molto bene possono adattarsi, vedremo il perchè gli agricoltori della montagna sono per lo più miserabili e mancanti quasi del necessario, mentre quelli delle ubertose pianure spesso trovansi relativamente, in condizioni più opulenti degli stessi

proprietari. Il lavoro dei primi è pagato meno del prezzo necessario, ed il lavoro dei secondi più di questo prezzo medio.

§. VI. Del mantenimento dell'operaio. — *Nutrimento.* —

Nutrire il corpo dell'operaio, cioè fornirle gli elementi necessari per riparare le perdite quotidiane che esso subisce, prevenire la perdita troppo rapida del suo calorico, corredandolo delle vesti e dei necessari ripari, ecco in che consiste, ciò che chiamasi il mantenimento dell'operaio; ma allo stesso tempo per assicurare la perpetuità del lavoro, bisogna provvedere alla sua sostituzione, cioè bisogna mantenere altresì i suoi figli. Perchè questa perpetuità sia assicurata, la famiglia deve comporsi dell'uomo della donna e di un numero di figli proporzionato alle mortalità nell'età giovenile. Di seguito all'esame di varie tavole di mortalità, 20,000 nascite, producono 12,763 individui pervenuti all'età di anni 20; per conseguenza per rimpiazzare il padre e la madre bisognano nascite 3,13 per famiglia. Quattro figli per famiglia costituirebbero una popolazione crescente. Il numero dei figli da mantenere fino ai 20 anni sarà 3,00. Vediamo quale deve essere il nutrimento normale di questa famiglia così costituita.

Si sà che il nutrimento dell'uomo, deve comporsi di sostanze azotate, di fibrina, albumina, caseina, e di alimenti carbonati, il grasso, la fecula, la gomma e lo zucchero, presi in una certa proporzione.

Si è dato il nome di razione di mantenimento, a ciò che basterebbe ad un'uomo per mantenere la sua vita senza lavorare e senza diminuire di peso,

ben' intendendo che il punto di partenza del peso deve esser quello al quale l'uomo può essere ridotto nello stato di magrezza molto pronunziata, ma conservando una buona salute, e facendo regolarmente le sue funzioni. In tutti gli animali, se la razione di mantenimento è troppo debole, il dimagramento progredisce e la salute declina; se la razione di mantenimento è troppo forte il peso dell' animale aumenta. La razione del mantenimento della pecora, deve essere $\frac{1}{60}$ del suo peso; acciò l' animale faccia carne e produca sufficiente quantità di latte.

Se si consideri il nutrimento dei monaci reclusi troveremo che conservano la vita con una razione equivalente a kilog. 0,67 di grano, contenente grammi 13,4 di azoto, che corrisponde all'azoto contenuto in kilog. 1,167 di fieno, ed appunto questa dose di fieno rappresenta $\frac{1}{60}$ del peso di un' uomo di kil. 70. La razione di mantenimento è dunque composta di un nutrimento contenente grammi 19,14 d' azoto, o dell' equivalente di kilogram. 0,957 di grano per 100 del peso dell' uomo. Ma allorchè l' uomo lavora e fatica, bisogna aggiungere a questa razione di mantenimento ciò che corrisponde alla deperdizione che deve subire, e questa razione deve essere tale, che l' azoto stia al carbonio nella proporzione di $\frac{1}{8}$; questa proporzione è quella che rinviensi nel buon pane di grano. Calcolando questi elementi per le differenti alimentazioni, trovasi che il nutrimento dell' operaio può esser rappresentato da kilog. 1,50 a 1,40 di grano per giorno. Media kilog. 1,45.

Non basta aver provvisto al nutrimento dell' operaio, bisogna ancora pensare a quello della sua fa-

miglia, considerata nei termini medi sopra indicati. Le esperienze provano che il nutrimento delle donne, stà ordinariamente a quello degli uomini come 17 a 25.

L'età alla quale la gioventù perviene a conseguire il salario completo dell'operaio è quella del loro totale sviluppo. Nella famiglia, vi sono naturalmente dei fanciulli di diverse età. Fino a 10 anni, consumano in comparazione della madre, presso a poco nella proporzione del loro respettivo peso; ma in seguito sopraggiunge l'età dello sviluppo, nella quale il loro appetito è in ragione più forte del loro peso. Per valutare queste differenze abbiamo fatto ricorso ad un numero sufficiente di ricerche, ed abbiamo rilevato che in media, il nutrimento dei figli adolescenti può ritenersi di fronte a quello della madre come 12 a 17. Quindi ottenghiamo:

	rapporto	nutrimento di un giorno ridotto a gr.	equivalente nutrimento annuo.
Per l'uomo . . .	25	1k,32	481k,80
Per la donna. . .	17	0 ,90	328 ,50
Per tre fanciulli. .	36	1 ,90	693 ,50
		4 ,12	1503 ,80.

§. VII. Spese di mantenimento differenti dal vitto.

La famiglia indicata, ancorchè si mantenga esente da quei vizi che producono delle spese sproporzionate alla condizione dell'operaio agricoltore, sarà nonostante obbligata a sopportarne altre indispensabili, che variano a seconda dei costumi e dei climi delle diverse regioni e che perciò bisogna prendere in esame

luogo per luogo. Per esempio il vestiario ed il combustibile poco costano nei paesi meridionali, mentre nei climi rigidi formano un articolo importante di annua spesa. L'esame apportato sulla condizione di un gran numero di famiglie agricole, ci ha dimostrato che nei paesi dell'Italia centrale possono ritenersi per medie le seguenti spese annue.

	Equivalente in grano	Valore in franchi
Nutrimento; kilog. . . .	1503,80	345,87
Pigione della casa . . .	107,13	24,63
Vestiario	357,14	82,14
Lume e combustibile . .	35,71	8,21
Utensili e spese diverse. .	71,42	16,42
	2075,20	477,27.

Queste deduzioni sebbene presentate in un modo generale possono servire utilmente per analizzare le condizioni dei mezzaioli nel sistema di colonia parziaria, poichè è chiaro che una famiglia come la sopra indicata sarà proporzionata al podere allorquando la metà annua della rendita netta si approssimi alla somma suddetta; mentre se la rendita di sua parte fosse minore, il lavoratore sarebbe dalla necessità posto in caso, di procacciarsi una parte del campamento in modo diverso, e forse non sempre onesto, o di aumentare di anno in anno il debito con il proprietario del podere.

§. VIII. Guadagno dell' operaio.

Perchè l' operaio agricoltore possa vivere discretamente con la propria famiglia nella situazione media in cui è stato collocato, bisogna che insieme con essa guadagni in giorni 240 (vedi questo tomo a carte 41 e 48) almeno franchi 477,27; quindi per giorno:

$$\frac{477{,}27}{240} = 1^{f}{,}99.$$

Ossia l' equivalente di kilog. 8,58 di grano.

La medesima famiglia sopra indicata, trovandosi nella condizione dei pigionali di campagna, che vivono eventualmente, se non manchi di industria e buona condotta può trovar lavoro andando l' uomo a giornata agli scassi, alle vangature ec. la donna o lavora la terra come l' uomo ma con mercede inferiore o si occupa delle altre ingerenze agrarie meno faticose come la mietitura, la lavorazione delle canape, l' educazione dei filugelli ec. i ragazzi fino a 10 o 12 anni sono impiegati a guardare il bestiame, e poi di grado in grado vengono occupati nei lavori dell'agricoltura.

Il guadagno di questa famiglia così costituita non può essere minore per ognuno dei 240 giorni dell' anno a lavoro, di Franchi 1,20 equivalenti a kilog. 5,21 di grano. Dopo questo limite la famiglia del pigionale diviene miserabile, rapace e conseguentemente degradata ed inadatta ad essere occupata in lavori utili.

Frattanto la condizione dell' operaio eventuale non sarebbe affatto disgraziata se esso possedesse la virtù di tirar partito dei periodi di tempo che se le presentano favorevoli per riunire qualche avanzo. Quando

esso è scapolo ed in tutto il suo vigore, e quando dopo ammogliato i figli sono pervenuti all'età del guadagno, potrebbe con minor difficoltà ammassare un poco di denaro, ma siamo costretti sventuratamente a riconoscere che sono in fatto ben pochi quelli che si curino di queste previdenze, anzi all'opposto sembra che l'operaio eventuale si studi a sprecare nelle taverne e nel gioco tutto ciò che giornalmente le avanza al sostentamento nelle epoche del benessere, e così distrugga tutto ciò che dovrebbe sottrarlo nella vecchiezza allo stato della più dolorosa miseria.

All'operaio imprevidente, succede che allorquando rimane qualche tempo disoccupato manca il pane e le cose più necessarie al sostentamento della famiglia. Queste interruzioni di lavoro rimarcansi soprattutto nei paesi come la maggior parte di quelli di che si tratta, in cui la proprietà è molto suddivisa, ove il maggior numero dei lavori non è attivo che alle epoche delle faccende più pressanti, cioè in quelle che antecedono la sementa, per la mietitura per la vendemmia ec. Le conseguenze di questo contegno così dannoso alla prosperità delle popolazioni agricole, non potrebbe mai abbastanza esser fatto rimarcare specialmente dai parrochi e da tutte le persone che per la loro posizione hanno influenza sulla classe degli operai, poichè da esso ne derivano appunto tutti quei gravi disordini che riducono allo stato di squallore e di demoralizzazione borgate intiere di operai, quali essendo per la loro miseria e depravazione rigettati da tutti i proprietari agricoli e da tutti i mezzaioli, non trovano in fine altro mezzo di sussistenza che quello di gettarsi a depredare le coltivazioni e le boscaglie, che pure sarebbero suscettibili di essere rese molto migliori con il lavoro di quei medesimi individui che concorrono a devastarle.

§. IX. Prezzo del lavoro dell'operaio.

Per conoscere in un modo generale il prezzo del lavoro dell'operaio, bisogna dunque in ordine a quanto abbiamo detto precedentemente, rilevare il valore di mantenimento di una famiglia composta di coniugi con tre figli, e dividere questo valore per il lavoro prodotto dalla medesima. Ma questi due elementi essendo variabili a norma delle diverse circostanze, non potremo che attenerci alla ricerca di metodi di approssimazione. Il metodo che chiameremo teorico, consiste nel conoscere il prezzo della giornata media, e nel dividere questo prezzo per il numero dei metri cubi di terra avente $0^k,5$ di tenacità, e removibile da un'uomo in una giornata, oppure la superficie del suolo che può vangare ad una puntata nel medesimo tempo, prendendo il lavoro di 200 metri quadrati con la vanga, per l'equivalente di metri cubi 15,31 di sterro. La quantità del lavoro, subisce diminuzione a norma della tenacità della terra, ma non esattamente secondo le cifre di questa tenacità, siccome potremo osservare allorchè tratteremo del lavoro con la vanga.

In mancamento di esperienze fatte nelle località che voglionsi esaminare, potremo ritenere come un'indicazione utile, le cifre che potranno dedursi dal peso medio degli uomini, per rilevare la loro razione di mantenimento, siccome già abbiamo avvertito, ed aggiungendo a questa razione kilogrammi 0,045 di grano per metro cubo di terra remossa da un'uomo in una giornata. Avendo allora l'equivalente del mantenimento di un'uomo, si moltiplicherà per 3,8 ed avrassi presso a poco il valore della giornata, cioè ciò che le è ne-

cessario per mantenere se e la sua famiglia, ossia il valore della sua opera comprensivamente alla differenza fra il consumo ed il guadagno della moglie e dei figli. Così trattandosi di un uomo del peso di kilog. 70, che consumi kilog. 0,957 di grano, per 100 del suo peso, e che faccia metri cubi 15,31 di scasso per ogni giorno in una terra di kilog. 0,5 di tenacità, avremo per il prezzo della sua giornata, corrispondendo ad un kilogram. di peso, kilog. 0,00957 di grano per alimento:

$$(70 \times 0,00957 + 15,3 \times 0,045) \times 3,8 = 5,16$$

Quindi un metro cubo di scasso, costerà al proprietario kilog. di grano 0,337 o il denaro equivalente nei diversi paesi.

E se invece di metri cubi 15,3 scassati in una giornata vuolsi conteggiare il lavoro alla vanga fatto a $0^m,25$ di profondità per metri quadrati 200 nel tempo medesimo, rileveremo per il valore di un metro quadrato, kilog. grano 0,0258 o il suo prezzo equivalente.

Ma sonovi dei lavori che richiedono una forza ed una destrezza particolare, e non possono essere eseguiti da qualunque operaio; ecco i prezzi straordinari espressi in grano, che stanno di fronte ai lavori di falciatura, siccome si è potuto rilevare da appropriate esperienze.

Per la mietitura di un ettare di grano in buono stato; grano kilogrammi	34,07
Un buon segatore falcia 6300 metri quadrati di grano in un giorno; la sua giornata le profitta dunque.	21,46
Per la falciatura di un' ettare di erba medica.	17,03
La mietitura alla falciuola e la legatura in	

covoni di un' ettare di grano, costano secondo lo stato in cui trovasi il campo, da 63 a 79 media 71,00

Se facciamo attenzione alle cose che abbiamo esposte, rileveremo che il valore reale ed intrinseco del lavoro, varia nei differenti tempi e nei diversi luoghi meno di che a primo aspetto potrebbe sembrare.

Ecco il rapporto proporzionale, dell' ammontare del lavoro effettuato per la spellicciatura e bruciatura delle zolle da convertirsi in marna ingrassante, in Anjou, in Brettagna ed in Provenza, essendo l' Ettolitro di grano eguale a kilogrammi 78.

	prezzo di un ettolitro di grano	prezzo della giornata dell'uomo	numero delle giornate impiegate	prezzo pagato per ettare	equivalente in grano per ettare
Ad Anjou .	12f,18	0f,60	105,9	63,54	406k,91
In Brettagna	16,50	0,80	112,5	90,00	425,45
In Provenza	22,00	1,75	68,5	119,88	425,00.

La situazione dei tempi e dei luoghi, le abitudini delle popolazioni, modificando le spese di mantenimento occorrenti oltre il cibo, danno luogo a qualche piccola differenza nei risultati, ma appunto queste tenui differenze efficacemente dimostrano in quali ristretti limiti sono in sostanza, in ultima analisi racchiuse le modificazioni nella tariffa del salario.

SEZIONE VI. Del cavallo

Sostituire più che è possibile il lavoro dei motori inanimati e degli animali a quello dell' uomo, in tutte le opere che esigono lo sviluppo esclusivo della forza, riservando ad esso quelle ove l' intelligenza concorre

per la più gran parte, equivale ad affrancarlo da ciò che la necessità del lavoro presenta di più ributtante, ed a sottrarlo all' abbrutimento in cui avevalo immerso la funzione di agente esclusivamente meccanico.

Questa transizione non può operarsi senza dissesto. Avanti che gli operai spossessati del loro lavoro abituale, dall'acqua, dal vapore, dagli animali, abbiano raggiunto un nuovo impiego, avvi un periodo di discapito nel quale essi vagheggiano la dura condizione dalla quale si è tentato di liberarli; ma l' esperienza ha vittoriosamente provato, che numerose nuove sorgenti di lavoro non tardano a presentarsi per essi; che nello stato attuale della società in Europa, nessuno operaio dimora forzatamente ozioso, se si escludino i grandi centri di ostruzione, nei quali la popolazione concorre ad affollarsi ciecamente e senza misura.

Senza ritornare all' osservazione di tutti i prodigi operati dall' applicazione del vapore, parleremo soltanto degli effetti prodotti dalla sostituzione della forza animale a quella dell' uomo, per dare un' idea dell' importanza che essa ha avuto e che può avere sempre più. Supponghiamo che l' agricoltura faccia conto soltanto della forza umana. Dall' esame dei fatti, rileviamo che una fagmilia di uomo, donna, e tre figli dai 6 ai 15 anni, coltiva bene a braccia, due ettari e mezzo di terreno; dunque occorrerebbero 313200 famiglie ossia 1566000 di individui per coltivare 783000 ettari circa di suolo cioè per tutto il terreno sementabile che per approssimazione verificasi attualmente attivo in Toscana. Se supponghiamo che gli abitanti di questo paese, escluse le città, ascendino ad individui 1300000 e che due quinti di questa popolazione sia destinata all' agricoltura, lo che è ecces-

sivo, avremo da 520000 individui o da 104000 famiglie, un lavoro equivalente a completare la cultura di 260000 ettari di terreno, cioè circa un solo terzo della totale estensione a cultura, lo che condurrebbe ad un avvicendamento triennale, con due anni di maggese intermediari, per poter coltivare la totalità del suolo disponibile. Ma riflettendo che un bove fa circa quattro volte il lavoro di un'uomo, il detto numero di di 520000 individui soccorsi da 261500 bovi potrà bastare alla cultura annua completa dei 783000 ettari di suolo sementabile.

Da quanto abbiamo fatto rimarcare può dedursi approssimativamente, che per la regolare cultura delle terre sementabili della Toscana come di qualunque altro paese, è indispensabile il concorso delle forze animali in certe date proporzioni, e che in Toscana abbisogna almeno per ogni 1000 ettari la forza sussidiaria di 334 bovi da lavoro, cioè per quadrati toscani 2936, bovi 334 ossivero per 1000 quadrati, 113 bovi da lavoro.

Così per un podere che abbia 35 quadrati di terre sementabili, con avvicendamento di due terzi a grano ed un terzo a semente di caloria, saranno necessari almeno quattro bovi da lavoro perchè le culture sieno mantenute in uno stato conveniente di prosperità e di produzione.

§. I. Forza muscolare del cavallo.

I cavalli variano molto fra loro di statura di massa e di forma, partendo dai piccolissimi delle isole Schetland ed arrivando fino a quelli fiamminghi di elevata statura; così vedonsi dei cavalli che hanno un metro di altezza fino alla spalla, ed altri che hanno metri 1,780 ed anche più. Questi ultimi sono ordina-

riamente destinati a fare i trasporti pesanti delle dogane a baroccio, a tirare gli ognibus ec. La statura misurasi col mezzo di un'asta graduata appoggiata in terra, ed avente una squadra mobile che scorrendo lungo l'asta portasi a contatto del dorso del cavallo.

Il peso dei cavalli, varia altresì molto, e dipende dalla loro forma e dalla loro statura. Trovasene da 80 a 600 kilogrammi. Questi pesi stanno fra loro presso a poco, come il quadrato della larghezza del petto degli animali, presa da una punta della spalla all'altra opposta. Così se un cavallo di statura metri 1,628 avente un petto largo metri 0,444 pesa kilogrammi 500; un'altro cavallo di statura metri 1,50 con un petto di metri 0,409 peserà kilog. 424; la larghezza del petto del cavallo ben conformato non deve essere minore di 0,27 della statura.

I diversi esami che sono stati fatti per assicurarsi della forza statica del cavallo, cioè di quella che spiegherebbe per sostenere un peso senza percorrere alcuna distanza, hanno indicato che nelle razze dei cavalli da tiro, lo sforzo non si allontanava molto dall'equivalente del peso dell'animale.

Numerosi esami fatti in un reggimento di cavalleria sulla velocità media per minuto secondo, del cavallo non carico, dimostrano che questa velocità stava alle diverse andature nel modo che appresso.

	cavalleria leggiera statura 1m,477	cavalli per dragoni statura 1m,500	grossa cavalleria statura 1m,530	cavalli da frugoni statura 1m,620
Piccolo passo .	1m,230	1m,249	1m,274	1m,349
Passo allungato .	1 ,526	1 ,549	1 ,580	1 ,673
Piccolo trotto .	2 ,363	2 ,400	2 ,448	2 ,592
Gran trotto .	3 ,493	3 ,649	3 ,722	3 ,941.

Il cavallo dovendo trasportare un grave peso, rallenta il passo, fino a non far più che metri 0,40 a minuto secondo; si è pervenuti a fare percorrere ad un cavallo da corsa, fino a metri 16,7 a secondo, ma ciò per un piccolo tragitto.

La durata di azione dei cavalli è diversa secondo le loro andature. Un cavallo a passo ordinario, potrà camminare per 10 ore in un giorno; al gran trotto non potrà durare che da 3 a 4 ore; lanciato a tutta velocità, rimarrà spossato in una mezz'ora o in tre quarti d'ora. Sono state fatte numerose esperienze sulla forza e sulla velocità dei cavalli, ma mancando in molte, alcuno degli elementi necessari a conoscersi per dedurne delle analogie, ci limitiamo a riportare quelle che sembrano più diligenti, e meglio coordinate.

1.ª Due cavalli ognuno di un peso medio di 320 kilog. hanno lavorato all'aratro a differenti riprese, da marzo a settembre; la lunghezza del tratto percorso è stata misurata, insieme allo sforzo medio esercitato col mezzo del dinamometro di Durand. La lunghezza dei solchi aperti, lavorando a giornate di 10 ore è stata di metri 16495; i cavalli camminavano dunque con una velocità di metri 0,46 e producevano uno sforzo medio di 98 kilogrammi, lo che dà un lavoro meccanico di kilogrammetri 45 per minuto secondo.

2.ª Dei lavori di aratura per preparazione alla sementa, eseguiti da due muli ognuno del peso medio di kilog. 340, furono fatti con una velocità di metri 0,95 a secondo, e produssero uno sforzo utile di kilog. 53; il lavoro meccanico resultò di kilogrammetri 50,35. Questi lavori, molto meno faticosi che i precedenti, permettevano di dare un passo più accelerato agli animali.

3.ª Una carretta, pesante con il suo carico kilog.

1440, tratta da un cavallo, è stata impiegata per diversi giorni a dei trasporti sopra una strada con buona massicciata; il cavallo pesava kilog. 360, camminava con una velocità di metri 1,19 per secondo, producendo uno sforzo di kilog. 45; il suo lavoro meccanico era di kilogrammetri 53,55.

4.ª Un cavallo del peso di kilog. 320 è stato impiegato a girare una macchina da trarre acqua per tutta un'estate; camminava con una velocità di metri 1,20 facendo uno sforzo di kilog. 40 e producendo un lavoro meccanico di kilogrammetri 48.

Se applichiamo la formula di Eulero alle quattro riportate esperienze, (vedi in questo tomo a carte 34) troveremo:

Indicazione delle esperienze	$\frac{4}{5}$ Della forza statica	$\frac{2}{3}$ Della velocità normale	Lavoro meccanico calcolato in kilogrammetri	Lavoro esperimentale in kilogrammetri	Eccesso del lavoro calcolato
1	142,0	0,416	59,07	45,00	14,07
2	133,3	0,416	61,31	50,35	10,96
3	160,0	0,425	68,00	53,55	14,45
4	142,0	0,416	59,07	48,00	11,07

La formula ci offre un lavoro meccanico superiore all'effetto ottenuto realmente; essa ci prescrive delle velocità minime con dei considerabili sforzi; e vediamo le differenze restare presso a poco le medesime, sia che impieghiamo una velocità maggiore con un più piccolo sforzo, sia che una velocità più piccola venga combinata con uno sforzo maggiore; ciò è molto vantaggioso, perchè si danno dei lavori che esigono molta celerità e di quelli che invece esigono molto sforzo. Così

per la macchina da trarre acqua, detta *noria*, le ciotole meglio fatte, lasciano perdere maggior quantità di acqua, più e lungo il tempo della loro ascensione; per i lavori poco faticosi, come le arature di preparazione alla sementa, non potrebbe verificarsi uno sforzo sufficiente dei cavalli traenti un aratro leggiero, se non venisse a supplirsi l'assieme del lavoro, con una maggior velocità. Dunque si vede, che senza arrestarsi ai due fattori dati dalla formula di Eulero, può contarsi sopra i risultati offerti dal loro prodotto, a qualche kilogrammetro più o meno, e che così può questa impiegarsi nella pratica, senza incorrere in errori troppo valutabili. Avrassi dunque approssimativamente il lavoro meccanico che può attendersi dal cavallo, moltiplicando i quattro noni del suo peso per il terzo della sua velocità normale, e detraendo circa il quinto dal resultato; ed avrassi il lavoro meccanico totale dell'annata, moltiplicando la cifra ottenuta per il numero delle giornate impiegate utilmente al lavoro.

§. II. Impiego del cavallo, come animale da soma.

La forma dei quadrupredi, la struttura delle loro estremità, che non permette di farle agire separatamente dal resto del corpo, ha indicati tre mezzi diversi di servirsene: 1.° il migliore ed il più energico, e quello che consiste a farli tirare con le spalle, ponendoli avanti il traino; questo è quello che abbiamo esaminato nel paragrafo antecedente; 2.° facendole portare il carico sul dorso; 3.° facendoli servire col loro peso e col loro attrito quali punti di resistenza per contrappeso a dei gravi. Esaminiamo questi due ultimi modi d'impiego.

I cavalli caricati del soldato di cavalleria con il

suo equipaggio ed armi, portano circa 100 kilog. per giorno, per sette o otto ore di tempo. Essi possono così continuare un lungo viaggio senza faticarsi soverchiamente. Lo sforzo utile è quello di 4000 kilog. trasportati ad un kilometro. Si raccontano sforzi prodigiosi fatti da cavalli di razza orientale. Dicesi che Ali-Scha fece un tragitto di 384 kilometri, in ore ventiquattro, montato sullo stesso cavallo portante il peso dell'Ottomanno e del suo equipaggio: in tutto 90 kilog. ciò che equivale a 34560 kilog. trasportati alla distanza di un kilometro. Un animale non fa due volte in vita dei simili sforzi, mentre dopo il primo rimane per sempre spossato.

I cavalli da soma, non fanno che delle giornate di 28 kilometri, con un carico di 150 kilogrammi; cioè circa la metà del loro peso. I mulattieri hanno compreso che potevano ottenere il massimo lavoro, rallentando la velocità ed aumentando il carico; ottengono in tal modo uno sforzo utile di 4200 kilogammi trasportati ad un kilometro in una giornata.

Abbiamo veduto che un cavallo attaccato ad una carretta, aveva trasportati 1440 kilog. con una velocità di metri 1,19 lo che in 10 ore di lavoro ci avrebbe dati 43 kilometri di tratto percorso. Ma detraendo il peso della carretta non restano di peso utile che 940 kilogrammi, lo chè non darebbe che 4042 kilog. trasportati alla distanza di un kilometro, cioè un'effetto molto prossimo a quello ottenuto con il cavallo da soma. Ma è evidente che l'animale rimane spossato meno presto, e che fa uso delle sue forze in un modo più comodo, allorquando è attaccato ad una carretta invece di essere caricato a soma. Così ove sono strade ruotabili, l'uso degli animali a soma è pertutto abbandonato. D'altronde la conformazione concava del dorso

del cavallo, e la flessibilità delle sue giunture, lo rende sempre meno atto del mulo e dell'asino a questo genere di servizio.

Può impiegarsi altresì il peso del cavallo, mettendo l'animale nell'interno del tamburo di una ruota verticale che fa girare camminando. Ma la vivacità di questo animale e la sua impazienza, fanno sì che vien preferito l'asino o il bue per tal genere di lavoro, che d'altronde è di raro uso. In questa azione l'animale non pesa giammai presso a poco che con la metà del suo volume sulla ruota; l'altra metà portante sul traino posteriore, appoggiasi contro la parte della ruota che è al suo più basso punto; il lavoro meccanico sarà dunque, circa la metà del peso moltiplicata per la velocità; questa velocità è poco considerabile; tutt'al più di metri 0,60 per minuto secondo. Così un cavallo di 320 kilog. farà un lavoro meccanico di $160 \times 0{,}60 = 96$ kilogrammetri; ma esso non eleverà questo peso, che con pena, fino alla metà della lunghezza del suo passo, a causa del gran raggio che si è obbligati a dare alla ruota, perchè l'animale non vi si trovi soverchiamente scomodo; ottiensi dunque soltanto un lavoro meccanico di $160 \times 0{,}30 = 48$ kilogrammetri, appunto come l'esperienza quarta.

Se vuolsi impiegare il cavallo per servire di contrappeso, in una macchina a bascula, l'animale rimontando il pendio, può elevarsi a metri 0,17 per secondo; se l'altezza non è considerabile, la ripetizione della manovra farà perdere molto tempo, ma se si trattasse di un'altezza considerabile, 30 metri per esempio, avremo per la discesa 4 a 5 secondi, per rimontare 176 secondi in tutto 180, che procurerebbero un lavoro meccanico di 320 kilog. all'altezza di 30 metri, o 9600 kilog. all'altezza di un metro, e

per conseguenza kilogrammetri 53,33. Questo risultato si allontana poco da quelli ottenuti con gli altri impieghi dell'animale. Sarebbe però possibile che nell'esperienza diretta, lo sforzo utile fosse più considerabile a causa della semplicità della macchina che occasionerebbe poca perdita di forza.

§. III. Mezzo di disporre del lavoro degli animali.

Il prezzo del lavoro degli animali non è influenzato come quello del lavoro dell'uomo da cause morali che lo faccino alzare o abbassare. Si tratta di far nascere, allevare o comprare l'animale, ossivvero di pagare il compenso del suo lavoro al proprietario. Facendo astrazione dalla convenienza di educare gli animali o di comprarli già educati, ci restringeremo a considerare il cavallo, nella sua equivalenza del prezzo del mercato. Escludendo dalle nostre osservazioni i cavalli di lusso, rileveremo che ciò che i compratori ricercano e pagano, consiste nella statura accompagnata da un conveniente sviluppo della corporatura. Abbiamo già veduto che la statura, essendo simili le altre qualità, è un'indizio della forza relativa. Lunghi esami fatti per ricercare la proporzione del prezzo alla statura nei cavalli ben conformati, ci hanno condotto a disporre la serie delle nostre osservazioni, secondo il relativo andamento di una curva, nella quale le diverse stature formano le ascisse, ed i prezzi pagati le ordinate. Ne è resultata una parabola di secondo grado, rappresentata dalla formula seguente. Chiameremo x il prezzo cercato, y la statura del cavallo espressa in millimetri. Siamo partiti dalla base, che un cavallo da tiro della statura di metri 1,628 abbia un valore di franchi 1200, o kilog. 4444 di grano, in un paese

in cui il prezzo medio del grano fosse di 27 franchi i 100 kilogrammi. Così quando il valore di questo tipo sarà maggiore o minore, bisognerà far subire ai risultati ottenuti una modificazione proporzionale; ecco la formula.

$$x = 14014 - 21{,}785\,y + \frac{y^2}{117}.$$

Sia un cavallo della statura di metri 1,5 di cui vogliamo conoscere il valore relativo; avremo:

$$x = 14014 - 21{,}785 \times 1500 + \frac{2250000}{117} = 568.$$

E sviluppando il conteggio otterrassi

$$14014 - 32677 = -18663$$

$$\text{quindi; } -18663 + 19231 = 568 \text{ franchi.}$$

Così se il cavallo tipo, della statura di metri 1,628, costasse in un dato paese franchi 960 invece di franchi 1200, ossia un quinto meno, bisognerebbe per ottenere il valore relativo di una statura diversa in ordine al variato prezzo del tipo, diminuire di $\frac{1}{5}$ il risultato finale; quindi per un cavallo della statura di metri 1,5 avremo invece di franchi 568 franchi 454,40.

Peraltro il prezzo relativo alla statura rimane spesso modificato dalla maggiore o minore affezione che ponesi nell'acquisto di un'animale secondo certe particolarità più o meno pregevoli relative alla sua general conformazione. Osservando ciò che succede sui mercati, rilevasi che in antecedenza ad ogni altro esame di dettaglio, ciò che determina principalmente i coltivatori ad accordare una preferenza, si è la buona

proporzione del petto, che in effetto trae con se molte altre qualità pregevoli, come una facile respirazione, un forte attacco all'origine del collo, un peso maggiore, ec., vediamo costantemente che sono posposti o scemati di prezzo quei cavalli, il di cui petto, misurato da una punta all'altra delle spalle, arriva appena a 0,27 della statura, e che l'esitazione negli attendenti non cessa che allorquando questa misura oltrepassa il rapporto di 0,32.

Un' altra qualità alla quale i compratori sembrano annettere importanza, è che la larghezza della groppa sia proporzionata a quella del petto, e che il cavallo non abbia la conformazione del mulo, cioè che la sua groppa non faccia alla spina un angolo acuto, e che le anche non sieno prominenti ed appuntate. Bisogna in generale che il cavallo abbia maggior larghezza fra le punte delle anche che fra quelle delle spalle, che il petto essendo 100 la groppa abbia almeno 126 di larghezza. Infine i compratori tengono molto alla circostanza che il cavallo non sia troppo alto di gambe, che quindi la distanza dal suolo alla articolazione superiore non ecceda li 0,88 della statura dell'animale, e che anzi sia al disotto di questa quantità.

Determinato il prezzo bisogna altresì conoscere la durata probabile dell'animale, per valutare l'aliquota di questo prezzo che rappresenta il suo servizio annuale. Le probabilità della durata utile del cavallo, devono essere ricercate nelle varie situazioni, per mezzo di ricordi bene ordinati. I registri dedotti dalle armate di Francia, portano la durata per gli usi di cavalleria, per i cavalli Normanni a 10 anni e per quelli Alemanni a 7 anni.

I primi anni della vita sono soggetti a molto maggiori pericoli di malattia. I cavalli di razza del nord pro-

vano una crise umorale detta *gourme* quale fa molte vittime.

Le razze indigene Francesi destinate alla agricoltura possono considerarsi come attive per anni 12; ciò che può ritirarsi dalla vendita dei vecchi animali messi fuori di servizio, compensa la perdita eventuale delle mortalità impreviste. Sarebbe dunque 8,33 per 100 del prezzo del cavallo da imputarsi in conto del rinnuovamento. Questo rapporto è intermediario fra quanto offrono i registri della giandarmeria e della guardia municipale; la prima il 9 per 100 la seconda il 6 per 100.

In Toscana per le razze cavalline destinate specialmente in maremma al servizio dell'Agricoltura, il prezzo da imputarsi in conto del rinnuovamento resulterebbe da 7,00 ad 8,50 a forma dei pochi elementi che abbiamo potuto prendere in osservazione sù tal proposito.

§. IV. Nutrimento del cavallo.

La natura degli alimenti presentati ad un'animale varia secondo le risorse di ciaschedun paese e secondo il prezzo di ciascheduna derrata che potrebbe servire alla nutrizione; e questi alimenti bisogna che contenghino in quantità sufficiente i principii della riproduzione del tessuto animale (principii azotati), insieme a quelli della respirazione (principii carbonati); bisogna di più che il volume della sostanza nutriente sia tale, che l'animale abbia il tempo di consumare la sua razione; particolarmente per il cavallo, questo tempo è limitato dalla durata dei riposi interposti fra le ore del lavoro e quelle del sonno; infatti allorchè si ha bisogno di servirsi di un cavallo, accordandole il più breve intervallo possibile per refocillarsi, le si

fa mangiare o fave o avena o orzo invece di fieno, perchè queste prime sostanze contengono una maggior proporzione di principii nutritivi sotto lo stesso volume. Abbiamo già veduto che la razione di mantenimento degli animali, può fissarsi a forma delle esperienze, ad un sessantesimo in fieno buono, del peso degli animali stessi, o del suo equivalente; ci resta a rinvenire la razione che rappresenta il lavoro.

I cavalli di truppa eseguiscono un lavoro che non è superiore al moto che farebbe l'animale nel suo stato naturale, e ricevono in media, essendo del peso di kilog. 400, circa kilog. 10,42 di fieno contenente kilog. 0,12 di azoto, ossivvero per 100 kilog. di peso, kilog. 2,6 di fieno, o kilog. 0,03 di azoto.

I cavalli di uso rurale del peso medio di kilog. 486 ricevono l'equivalente di kilog. 18 di fieno, ossia kilog. 3,70 di fieno o kilog. 0,042 d'azoto per 100 del loro peso. Nelle stagioni in cui sono sospesi i lavori, vengono campati questi cavalli di uso rurale con kilog. 11,6 di paglia e kilog. 4 di fieno, onde in tutto l'equivalente di kilog. 9,00 di fieno, lo che dà kilog. 1,92 di fieno, o kilog. 0,022 di azoto per ogni 100 del loro peso. La loro razione di semplice mantenimento tenendoli inoperosi, sarebbe stata di soli 9 kilogrammi di fieno. La differenza fra la razione di mantenimento semplice e la razione completa, sarà dunque di kilog. 9 di fieno rappresentanti il lavoro fatto dagli animali. Abbiamo già veduto che il lavoro meccanico dei nostri cavalli di uso rurale può essere valutato a 45 kilogrammetri per secondo o kilogrammetri 1620000 per giornata di ore 10. Ma sui 180 giorni, a lavoro le interruzioni per i cattivi tempi ec. apporteranno una diminuzione, e quindi verranno ridotti questi giorni, a 142 cosicchè anche il lavoro dovrà conteggiarsi

ridotto a kilogrammetri 1278000 per giorno. Così 1000 kilogrammetri di lavoro saranno prodotti da

$$\frac{9,000}{1278000} = 0,^{k}007042 \text{ di fieno.}$$

Così un cavallo di kilogrammi 486 di peso, facendo kilogrammetri 1278000 di lavoro per giorno in media, dovrà ricevere l' equivalente di:

Per kilog. 486 di peso; razione di mantenimento, fieno . . . . kilog. 9,00

Per 1278 migliaia di kilogrammetri di lavoro . . . . » 9,00.

Ma questo nutrimento può essere composto di diverse sostanze equivalenti, che mentre forniscono all' animale la medesima quantità di alimenti, abbiano dei prezzi molto diversi. Così per esempio la razione suddetta di kilog. 18 di fieno costerà Franchi 1,046 mentre kilog. 8,76 di grano contenti le medesime proprietà nutritive costeranno franchi 1,93, ossivero per 100 kil. del peso dell' animale si avranno kilog. 1,80 di grano.

Per schiarire maggiormente questo argomento, riporteremo gli equivalenti della razione media ordinaria per ogni 100 kilog. del peso dell'animale, ponendovi a confronto il valore relativo, secondo il resultato dei mercati di Parigi.

Fieno	— kilogrammi	0,984	Franchi	0,084
Paglia	— »	0,492	»	0,031
Avena	— »	0,649	»	0,138
Patate	— »	2,959	»	0,091.

Scegliendo una sostanza da poter servire di termine generale di paragone, fisseremo:

1.° La razione media di un cavallo in azione, addetto alle ingerenze rurali, a kilog. 6,20 di grano.

2.° Il fitto di una buona stalla, a kilogrammi 45 all' anno di frumento.

3.° Le ingerenze di custodimento dell'animale, vengono disimpegnate dallo stalliere, quale per il servizio di quattro cavalli dispone di un'ora e mezzo della sua giornata di operajo di ore 10; stabilita questa giornata in kilog. 5,71 di grano, avremo per il lavoro intorno ad un cavallo, kilog. $\frac{0,856}{4} = 0,214$; e per giorni 365, kilogrammi di grano, 78 circa.

4.° Le spese di veterinario e di ferrature si deducono in media a kilog. 55 annui di grano.

5.° Il frutto del denaro impiegato in finimenti, carri, barocci ec. compreso il mantenimento dei medesimi arnesi, e la quota annua per far fronte al loro rinnovamento nei debiti intervalli, si determina in kilog. 80 di grano per anno.

Quindi un cavallo di peso kilog. 486 destinato alle ingerenze di agricoltura, costa in un'anno l'equivalente in grano:

per il titolo 1.°	——	kilog.	2263.
2.°	——	»	45.
3.°	——	»	78.
4.°	——	»	55.
5.°	——	»	80.
		kilog.	2521.

È quindi il mantenimento del detto cavallo per un giorno, equivarrà a kilog. 6,90 grano, oppure alla quantità di fieno o di altra biada che contenga una corrispondente quantità di sostanza nutritiva.

§. V. Prezzo del lavoro del cavallo.

Il prezzo del lavoro del cavallo, componesi di termini costanti e di termini variabili, secondo la statu-

ra, la razza e la destinazione; i termini costanti sono lo stallatico, il custodimento, la ferratura ed il frutto del valore dei finimenti, dei carri ec.; i termini variabili sono il prezzo di compra, la quota annua di prezzo per ricomprare l'animale, allorchè quello in azione sarà reso inservibile, ed il costo del mantenimento. Il cavallo dà in cambio, il suo lavoro, e l'ingrasso che resulta dalla digestione degli alimenti. Per formarci una giusta idea del prezzo di questo lavoro, esaminiamo ciò che succederebbe per un cavallo della statura di metri 1,600.

Elementi del calcolo.

Peso del cavallo. . . . . kilog. 486.

Velocità dell'andatura per minuto secondo, metri 1,620.

Lavoro meccanico:
- per minuto secondo; . kilog.^{tri} 45.
- per giorno; migliaia di kilog.^{tri} 1278.
- per giorni 142 a lavoro, migliaia di kilogrammetri . . . . 181476.

Prezzo di compra del cavallo, conteggiato in equivalente di grano, considerando il grano a franchi 28 i 100 kilogr. resultano kilog. di grano . . 4285,70

Nutrimento per kilog. 486 cioè per il peso dell'animale. La razione, desunta dalla regola generale sarebbe $\frac{1}{40}$ del peso dell'animale in fieno buono, cioè kilogr. 8,33; ma la media di esperimenti speciali ha prodotto kilogram. . . . . 9,00.

La differenza fra la razione di mantenimento del cavallo esente dalla diuturna fatica, e quella che occorre per il cavallo impiegato ai lavori, si desume in 1278 migliaia di kilogrammetri di lavoro a 0,007042 il migliaio . . . 9,00.

In tutto; fieno kilogrammi . . . . 18,00.

Il rapporto del prezzo di 100 kilogrammi di fieno e di grano, sta come 28 a 6, dunque 18 kilog. di fieno equivarranno a grano kilog. 3,857. E per giorni 365 grano kilogrammi 1407,80.

In quanto ai concimi dovrà valutarsi la quantità di azoto prodotta dalla digestione dei foraggi consumati; questa quantità secondo gli sperimentatori è per il cavallo 0,83 di quello contenuto nei foraggi consumati cioè nell'equivalente di kilog. 1407,80 di grano, da valutarsi in media a franchi 1,60 il kilogrammo.

Gli scandagli che presentiamo siccome modelli generali, dovranno essere luogo per luogo ripetuti, sostituendovi gli elementi che resulteranno dai relativi esami.

Ecco frattanto il computo relativo al cavallo di che trattasi, avente metri 1,600 di statura.

— Spesa —

Interesse del prezzo di compra al 5 per 100 secondo il suo equivalente in grano. kilog.	214,28.
Quota annua da star di fronte al rinnovavamento dell'animale a forma di quanto è stato detto a carte 65 a kilog. 8,33 per 100	357,10.
Nutrimento annuo	1407,80.
Fitto dello stallaggio	45,00.
Custodimento dell'animale	78,00.
Spesa di veterinario e ferrature. . . .	55,00.
Mantenimento di carri, barocci, finimenti ec. con più una quota annua del valore da star di fronte al loro rinnovamento; in tutto .	80,00.
	2237,18.

Cioè per le prime tre partite, kilogrammi di grano 1979,18 e per le ultime quattro kilog. 258,00.

— Utile —

Fieno kilog. 18 $\times$ 365 = 6570 del quale la porzione 0,83 equivalente a fieno kilog. 5453 contiene azoto kilog. 73,62 che corrispondono a concime kilog. 18405 ed al costo di Franchi 120,73 oppure a grano kilog. 431,18

Lavoro effettuato dall' animale in 142 giorni a lavoro, nell' anno, che è stato rilevato in migliaia 181476 di kilogrammetri, quale per produrre l' equivalente con le spese deve costare 1806,00

2237,18

Quindi 1000 kilogrammetri di lavoro costano kilogrammi di grano 0,01233

Ognuno dei 365 giorni costa grano kilog. . 6,12926

E la giornata a lavoro effettivo di giorni 142 costa 15,77542

Abbiamo veduto che 1000 kilogrammetri di lavoro fatto con due cavalli e con il bifolco, costa circa franchi 0,000935 e che gli stessi 1000 kilogrammetri di lavoro fatto con la forza dell' uomo costano circa franchi 0,00745; questo lavoro è dunque molto più costoso di quello degli animali, e ciò deriva dal principio che l' uomo non è fatto per produrre della forza materiale; è la destrezza e l' intelligenza che bisogna esigere da esso.

È quasi inutile di avvertire che questi conteggi che abbiamo coordinati, ritenendo il grano come elemento di confronto, possono facilmente essere ripetuti subordinatamente alle condizioni delle varie località, e per l' uso speciale di rintracciare i termini della maggior possibile economia nella disposizione e nell' impiego delle forze da rivolgersi in servizio dell' agricoltura.

SEZIONE VII. Del mulo e dell' asino.

È stata sovente comparata la forza del mulo a quella del cavallo della medesima statura. Questa è molto maggiore di quella del cavallo allorchè trattasi di portar dei pesi. Il cavallo trasporta in una giornata una soma eguale ad un terzo del suo proprio peso a circa 46 kilometri di distanza, ed una soma eguale alla metà del suo peso alla distanza di 28 kilometri. Il mulo e l' asino ben conformati e nutriti, portano un quarto più di questa quantità, cioè una soma eguale a 0,64 del loro proprio peso alla stessa distanza di 46 kilometri. La conformazione convessa della spina dorsale di questi animali, le permette di sopportare gravi pesi come sopra una specie di arco, mentre che il dorso concavo del cavallo si sobbarcherebbe sotto lo stesso carico.

In quanto al tiro, il mulo non è suscettibile dei vigorosi sforzi a cui riesce atto il cavallo, cioè di quegli sforzi che bastano a sormontare un' ostacolo, a smovere un baroccio che sia rimasto con le ruote affondate in una strada motosa, a strappare una radica che attraversi il passaggio dell' aratro; sforzi che durano brevi istanti ma che richiedono una grande energia. L' andatura del mulo è più eguale, più costante, e se è meno elastica di quella del cavallo, può peraltro esser prolungata per maggior tempo. La forza media del tiro è la medesima proporzionalmente alla massa, ma rimarcasi negli esami dinamometrici, che i termini estremi sono meno lontani dalla media. Il mulo esige un nutrimento meno scelto, in confronto al cavallo; sembra che i suoi organi digestivi, siccome quelli dell' asino, sieno più potenti e più propri a di-

sciogliere e digerire le sostanze di cui vengono nutriti. Questa proprietà manifestasi in due maniere. 1.° I convogli dei muli da soma, hanno ordinariamente alla loro testa un cavallo che serve di guida, perchè meno capriccioso e più ardito di loro, passa gli ostacoli senza esitare. Questo cavallo benchè meglio custodito e meglio nutrito, benchè ricevente l'avena la quale i muli gustano raramente, non riesce eguale a loro rapporto alla fatica, e spesso succede che bisogna rinnovarlo più volte, nel tempo della durata di un mulo in attività di servizio. 2.° Il concio dei muli e degli asini è inferiore a quello dei cavalli, anche allorquando ricevono il medesimo nutrimento; esso contiene una minor quantità di azoto.

Questi animali sono soggetti meno dei cavalli alle malattie, e la loro durata nei lavori faticosi è più lunga; se la durata media dei cavalli e di 12 anni, quella dei muli e degli asini è di 15 anni; ne abbiamo incontrati alcuni che dopo anni 20 di assiduo lavoro, seguitavano a far bene il loro uffizio; sopportano altresì il cocente calore dell'estate, con minor danno del cavallo; se rimangono inattivi alla stalla per lunghi intervalli, possono mantenersi in buona condizione dandole per cibo la sola paglia. Così tanto per la quantità che per la qualità, può considerarsi ascendere ad un terzo circa l'economia del mantenimento di fronte ad un cavallo della medesima statura. In quanto all'asino, il caldo, le peggiori erbe spontanee ed un poca di paglia, bastano per il suo cibo ordinario. I contadini industriosi sarchiano le loro culture per nutrire l'asino, e così questo animale contribuisce indirettamente alla buona manutensione dei campi.

Lo zoccolo del mulo avendo meno pianta di quello del cavallo, pesa di più sulla terra che calpesta e si

affonda maggiormente in quella fangosa; questa circostanza, e la poca salute di cui gode il mulo nelle situazioni umide, fanno sì che nelle medesime, spesso tralasciasi di adottare il servizio di questi animali.

Il prezzo di compra dei muli, e più delle mule, che sono meno testarde e conservano meglio il loro vigore naturale, è più elevato di quello dei cavalli rustici della stessa statura, di circa un terzo, ed ancor più quando la statura è molto elevata. Ecco i risultati ottenuti da calcolazioni analoghe a quelle fatte per il cavallo, dai quali potranno desumersi le relazioni comparative, fra un cavallo ed un mulo della stessa statura di metri 1,620 faciente migliaia 300000 di kilogrammetri in 142 giorni dell' anno a lavoro.

Per il mulo, 1000 kilogrammetri di lavoro costano kilogrammi di grano 0,004267
La giornata media di giorni 360, costa kilogrammi di grano 3,506850
La giornata a lavoro effettivo di giorni 142 costa . . . . 9,014080.

Comprendesi frattanto che non è senza fondamento di convenienza, se molti agricoltori preferiscono nelle regioni asciutte del mezzo giorno, l' impiego di questi animali per i trasporti e per le altre ingerenze dell' agricoltura.

SEZIONE VIII. — Dei Bovi.

La forza muscolare e statica dei quadrupedi supponesi eguale al loro peso. Ciò non potrebbe asserirsi che considerando l' animale sostenuto da un terreno perfettamente duro; ma allorchè con un potente

sforzo sul suolo operato con la punta delle loro unghie, pervengono ad ottenervi obliquamente un punto di contrasto, bisogna aggiungere al loro peso anche la resistenza che offre il terreno, alla forza che vorrebbe trarli in addietro, supponendo che l' animale tenda i suoi muscoli esercitando una forza in senso contrario alla resistenza che deve essere superata. Un animale di fibra molle, o insofferente della fatica, non tarda alla minima resistenza a rilassare i suoi muscoli, ed allora non agisce che per mezzo del proprio peso; un animale coraggioso e perseverante, tende di più in più le nervature delle sue estremità, guadagna col piede dei nuovi punti di appoggio, rende la sua pressione di più in più obliqua a misura che il piede impenetrasi nel terreno o trova un punto di contrasto, ed è così, che sia per resistere ad uno sforzo che lo vorrebbe smovere, sia per vincere una resistenza che le viene opposta impiega una forza in supplemento a quella statica e naturale. A questo oggetto deve prendersi in considerazione il carattere individuale dell' animale, e quello generale della sua specie.

Il bove ha delle qualità eminenti come animale da tiro; esso agisce in una maniera eguale, continua, ed è suscettibile di prolungare i suoi sforzi a misura che dura la resistenza; ma pervenuto al massimo sforzo di cui è suscettibile nelle sue condizioni pacate e regolari, si esigerebbe invano da esso uno sforzo supremo, proveniente da un' istantaneo e rapido sviluppo di forza muscolare, che imprimendo una gran velocità alla massa, produce una forza viva che sormonta l' ostacolo, siccome può ottenersi dal cavallo; esso però se non perviene a superare l' ostacolo nei primi tentativi, o se è invitato a ripeterli troppo spesso, le più volte si ricusa, mentre il bove persiste lungamente

nei lavori i più faticosi, tanto se si tratti di tirare dietro se un corpo pesante quanto di sostenerlo se in una strada a pendio viene ad investirlo da tergo, spingendo un carro con soverchia velocità.

La velocità dei bovi, a statura eguale, è circa due terzi di quella dei cavalli che si referisce al passo non accelerato.

Comparando in modo diretto, il lavoro ottenuto dai bovi e dai cavalli all' aratro, fu costatato che quello dei primi era tre quarti di quello dei secondi.

Benchè i bovi impieghino un tempo assai lungo a ruminare il cibo, possono nonostante lavorare in un giorno, più lungo tempo dei cavalli; 9 a 10 ore nei dissodamenti faticosi, 11 a 12 nei lavori più leggieri di preparazione alle semente.

La lentezza del bove combinata con la sua forza lo rende eminentemente proprio per i lavori duri e penosi che esigono una resistenza costante ed uniforme. Allorchè devono eseguirsi molti di questi lavori, può ottenersi dal bove una somma di lavoro meccanico, eguale a quella che produrrebbe il cavallo della medesima statura. Esso lavorerà una superficie minore ma solleverà un cubo di terra più grande. Bisogna guardarsi da impiegare i bovi nei terreni fangosi, nei quali la loro lentezza è aumentata dalla difficoltà di ritirare le gambe dalla mota, come pure adoprandoli nei terreni con pietre taglienti senza che sieno ferrati le loro unghie rimangono spesso fratturate. Per la stessa ragione lavorano male nei terreni gelati, in quanto che la piccolezza dei loro ferri non permette di armarli di rampini.

Per queste cagioni le giornate in cui possono i bovi utilmente lavorare sono meno di quelle in cui possono impiegarsi i cavalli. Da osservazioni accurate si è de-

dotto che i giorni a lavoro dei primi, stanno a quelli dei secondi come 4 a 5.

I bovi sembrano molto soffrire, facendoli lavorare nei grandi calori dell'estate, allora la loro respirazione diviene faticosa, e la bocca riempiesi di schiuma, ma però, tutto ciò non impedisce che appena rientrati alla stalla si ponghino immediatamente a mangiare, mentre spesso succede il contrario dei cavalli e dei muli.

Per danneggiare il meno possibile la condizione dei bovi, converrà accordarle riposo nelle ore più calde del giorno, e somministrarle abbondanti beveroni dopo che saranno raffrescati, lo che previene il disseccamento degli alimenti negli intestini, sorgente principale degli attacchi di apoplessia a cui vanno soggetti nella cocente stagione.

L'uso dei bovi nei lavori dell'agricoltura vedesi attivo verso il mezzo giorno fino sotto l'equatore, ma all'opposto cessa verso il nord con la regione della vite.

La natura dei foraggi influisce altresì molto sulla preferenza che può darsi al bove come animale da tiro. Se si hanno delle pasture erbate, il soggiorno del bove le bonifica, mentre che vengono a deperire pasturate dal cavallo. Il bove mantiene le sue forze col cibo verde, mentre il cavallo che lavora, ha bisogno del buon fieno e dell'avena per sopportare un lavoro faticoso.

Il bove è altresì meno delicato del cavallo circa la natura dei foraggi; la sua forza digestiva le permette di assimiliare le sostanze nutritive nascoste nelle fibre dei tessuti vegetabili i più duri; le canne, la paglia, il fieno il più ordinario, possono entrare nel suo regime, purchè ne sia provvisto a sufficienza. Esso non sceglie le parti dei foraggi che più le convengono per rigettare le altre, siccome fa il cavallo.

Il bove finisce con comunicare al suo bifolco qualche cosa della sua calma, lentezza e pazienza, ed è per questo che gli agricoltori dei paesi nei quali impieigansi i cavalli, molto mal volentieri si inducono a servirsi dei bovi, e costrettivi, li maltrattano, li battono, e pretendono da loro una speditezza di movimenti che è in opposizione alla loro natura.

I bovi attaccati ad un carro, percorrono nella loro giornata di ore otto, 24 kilometri; le irregolarità della strada non rallentano sensibilmente il loro cammino, e ciò fa sì che le viene accordata la preferenza nei paesi di montagna; all' opposto la bontà della strada, non può far sì che essi accelerino il loro passo consueto. Se cerchiamo pertanto il prezzo che costa il lavoro del bove, troviamo primieramente che il valore del kilogrammo di peso di un bove magro equivale a quello di 10 kilog. di fieno buono. Ci facciamo qualche volta un' idea esagerata del valore dei concimi dei bovi, giudicandone secondo il volume; i bovi bevono molto, consumano molto foraggio fresco, quindi i loro escrementi contengono molta acqua, ma non ritengono che una parte dell' azoto contenuto negli alimenti. Secondo le esperienze di Boussingault, questa parte di azoto, un poco più considerabile che quella che contengono gli escrementi dei cavalli, è di 0,86 dell' azoto degli alimenti. Se si impiega più quantità di lettiera, ottiensi più paglia nel concime, ma questa non vi figura che per la sua propria dose di azoto.

Il bove guadagna in valore se è ben mantenuto fino all' età in cui vendesi per l' ingrasso. Quindi il lavoro non lo esaurisce quasi affatto come il cavallo, ed è per questo che non si possono conteggiare per il suo rinnuovo che le probabilità di morte naturale, che pure sono poche, essendo all' età in cui fassi cessare

dal lavoro, sul fiore della vita; non può il rapporto di proporzione oltrepassare il 4 per 100. Ciò premesso, passiamo a riportare un conteggio tendente a desumere il prezzo effettivo del lavoro del bove siccome abbiamo praticato per il cavallo. Esso è il sunto di ciò che hanno stabilito in proposito i principali trattisti di agricoltura.

Elementi del calcolo.

Il peso del bove osservato era kilogr. . . .		416,—
Velocità per minuto secondo a passo ordinario; metri		0,84
Lavoro Meccanico	per minuto secondo; kilog.[tri] .	41,44
	per giornata di ore 10; migliaia di kilogrammetri	1492,—
	per giorni 142 a lavoro, detratti i giorni festivi, e quelli di intemperie; migliaia di kilo.[tri]	211864,—

Prezzo di compra del bove, conteggiato in equivalente di grano, considerando il grano a franc. 28 i 100 kilog. resultano kilog. di grano 892,80

Nutrimento per kilog. 416 cioè per il peso dell'animale; si valuta $\frac{1}{60}$ del detto peso cioè fieno kilogrammi 6,93

La differenza del cibo fra il bove in riposo e quello impiegato nei lavori, corrisponde a 932 kilogrammetri di lavoro, a 0,007042 il migliaio. 6,56

In tutto; fieno kilogrammi 13,49
Equivalenti a grano kilogrammi 2,89
E per giorni 365 grano kilogrammi . . . 1054,85

Ecco frattanto il computo, di spesa e di utile.

Spesa fer un bove della statura di metri 1,620

Interesse del prezzo di compra al 5 per 100, secondo il suo equivalente in grano: kil.	44,64
Quota annua da star di fronte al rinnovamento dell'animale conteggiata al 4 per 100 . .	35,71
Nutrimento annuo	1054,85
Fitto dello stallaggio	44'00
Spesa di veterinario e ferrature	32,00
Mantenimento di carri, barocci, attrezzi ec. .	39,00
	·1250,20.

— Utile —

Azoto uguale a 0,83 di quello contenuto in kilogr. 4923,85 di fieno cioè kilog. 55 circa, quale corrisponde a franchi 90,20 oppure a grano kilog. .	321,43
Lavoro effettuato dall'animale in 142 giorni a lavoro nell'annata; migliaia di kilogrammetri 211864, quali per produrre l'equivalente delle spese devono costare. . .	928,77
	1250,20.

Quindi di 1000 kilogrammetri di lavoro costano kilogrammi di grano	0,004384
L'unità di giorni 365 costa, grano kilogrammi.	2,544600
E quella a lavoro effettivo di giorni 142 costa.	6,540600.

Quindi le arature, per esempio fatte con due bovi, costeranno per ogni giornata il doppio di quanto resulta dalle riportate deduzioni.

Ponendo attualmente a confronto i risultati delle esposte calcolazioni praticate per animali della mede-

sima statura di metri 1,620. Si rileva per il loro impiego di giorni 142 a lavoro in un'anno.

	Lavoro in kilogrammetri	Valore della giornata in kilogrammi di grano
Per il cavallo .	230040000	12,71800
Per il mulo. .	300000000	9,01408
Per il bove . .	211864000	6,54060

Dalla comparazione di questi risultati rilevasi che il bove nello stesso tempo produce meno lavoro del cavallo, ma che la giornata che costa, è minore per cagione della maggiore economia di cibo di custodimento, di rinnuovo ec.; che ottiensi servendosi di quest' ultimo animale. La circostanza che venga ad esser possibile per meno numero di giorni dell' anno il suo lavoro utile, non può produrre un'aumento di giornata tanto grave da ridurla superiore a quella del cavallo, e quindi facendo un diligente esame delle circostanze che concorrono a raccomandare l'impiego di questi due animali per le ingerenze di agricoltura, vedrassi che il bove ha con buon dritto generalmente la preferenza e molto più se si tratti di lavori faticosi, da eseguirsi in situazioni scoscese e di montagna.

Ma allorchè trattisi delle arature in terre sciolte e di pianura, è evidente che la lentezza abituale dei bovi unita al solo impiego di una porzione della loro forza di trazione, non potrà che produrre una somma di lavoro giornaliero molto inferiore a quella che otterrebbesi dall' uso dei cavalli.

Infine deve riflettersi che sarà ben inteso l'impiego dei bovi, in tutti quei luoghi ove si hanno da eseguire dei lavori faticosi, in una data epoca dell' annata, e che si possiedono bastanti risorse di foraggi da poter

destinarsi al loro ingrassamento, da imprendersi appena ultimati questi faticosi lavori. E questo vantaggio riuscirà maggiore, se tali straordinari lavori hanno luogo in autunno, perchè l'ingrassamento può farsi allora nell'inverno, stagione nella quale essendo i bovi poco adoprati anche nei lavori ordinari, possono molto meglio approfittarne.

SEZIONE IX. — Delle Vacche.

Quelli che per i primi hanno immaginato di servirsi delle proprie vacche per i lavori rustici, hanno eglino dato un'esempio utile specialmente ai piccoli proprietarii cui manca spesso il capitale da tener impiegato in molti bestiami? Questa è una questione che conviene risolvere, imprendendone una diligente analisi. Se procediamo col semplice esame delle cifre, vedremo che allorquando fassi lavorare una vacca, quattro o cinque ore per giorno, la perdita sulla quantità del latte non è che di un quarto; un lavoro più lungo induce una perdita maggiore, ma qualche giorno di riposo ristabilisce la secrezione del latte nel suo stato ordinario; anzi allorchè sono occupate in un discreto lavoro, se si nutriscono con trifoglio verde, ne mangeranno maggior quantità dell'ordinario senza che abbia luogo la più piccola diminuzioue nel latte prodotto. Secondo Crud, la forza delle vacche stà a quella dei bovi come 2 a 3. I loro movimenti sono un poco più vivi, ma supponendo a stature eguali, ancora eguali gli elementi dedotti per i bovi della razza medesima, avremo per il lavoro di una vacca, prendendo per base il lavoro di una giornata di 10 ore del bove, kilogrammetri

$$\frac{1492000 \times 2}{3} = 994667,$$

e per una mezza giornata kilogram. 497334; questo lavoro consuma una parte del nutrimento dato alla vacca, che a kilog. 0,007042 per migliaio di kilogrammetri a lavoro, produce kilogr. 3,50 di fieno, corrispondente al prezzo di litri 3,66 di latte, ed a quello di kilogrammi 0,75 di grano.

Ora i 497334 kilogrammetri di lavoro costano al prezzo che ottengonsi dal cavallo l' equivalente di kilogrammi grano 3,98 dal mulo 2,12, dal bove 2,18; cioè a dire un valore molto superiore allo scapito prodotto dalla diminuzione di una parte del latte nella vacca. Nelle vicinanze delle città ove il latte ha un valore elevato, un conteggio analogo potrebbe produrre un resultato affatto contrario a quello sopra citato. Ma nelle situazioni ove il latte non ha che un valore minimo, potrà trovarsi nel lavoro delle vacche, il mezzo di ritrarre un prodotto reale dal superfluo della loro consumazione. A nostro avviso i piccoli proprietari in tal modo situati sono quelli che più di altri sono in situazione da potere approfittarsi del lavoro di questi animali.

Nonostante tutto quanto è stato avvertito, crediamo che in nessun caso sia possibile ottenere convenienza dalla sostituzione completa delle vacche ai manzi da lavoro; le prime non possono che supplire ai tempi opportuni un aumento di lavoro, all'azione dei secondi.

Le vacche non possono governarsi con facilità come i manzi: vecchie, esse sono sovente troppo pesanti, giovini esse sono quasi sempre indocili; attaccate con i collari non si possono padroneggiare, sottoposte al giogo si ricusano dal lavoro se non sono

dalla parte a cui sono abituate, e se non sono di egual forza; in certe date giornate tendono a ribellarsi dal lavoro e tentano di cozzare il bifolco che le vuol sottomettere al giogo. Quindi i vantaggi indicati dagli esposti calcoli, sono spesse volte illusori, e rimangono annullati dalle maggiori perdite di tempo, e dai rischi maggiori a cui va soggetta la salute di una vacca di fronte a quella di un manzo. Inoltre conviene altresì rammentarsi, che per poter tenere le vacche destinandole in parte ad un certo lavoro in aggiunta a quello operato dai bovi, bisogna possedere una quantità di foraggi doppia di quella occorrente, e che l'adozione di questi animali siccome bestie da lavoro, non potrà convenire giammai, sennonchè negli speciali casi in cui il prezzo del latte ottenibile unito a quello del lavoro, resulti di un valore alquanto maggiore a quello del lavoro prodotto da manzi della statura medesima.

PARTE SECONDA

DEGLI ISTRUMENTI E DELLE MACCHINE.

Oguun sà che le macchine non producono la forza esse non fanno che riceverla e trasmetterla all'utensile che ne deve essere impressionato, dopo averne distrutta una parte; quindi quelle che ne distruggono meno e ne trasmettono più, debbono essere preferite. Pressando sul braccio di una leva, quattro volte più lunga, che l'altro braccio portante un peso quattro volte maggiore della forza impiegata a sollevarlo, questa qui ha percorso quattro volte il tratto che fassi percorrere alla resistenza. Anche in questa semplice operazione, la forza non è riprodotta in totalità; una parte perdesi a pressare il punto d'appoggio contro la terra, o per difetto di elasticità, una porzione ne rimane ammortizzata: un'altra porzione dissipasi per le cause stesse allorchè il punto di appoggio, compito il tratto da percorrere trovasi a contatto con la terra o con un corpo qualunque che ne limita l'abbassamento; di più le fibre dell'asta formante la leva non essendo perfettamente elastiche, tendono ad assorbire una parte della forza impiegata a piegarle, posizione in cui rimangono per tutto il tempo dell'operazione, riprendendo soltanto dopo questa, la loro primiera forma. Questi effetti riproduconsi in tutte le

macchine. Lo sforzo moltiplicato per la velocità ci dà la forza di azione. Nel caso indicato, abbiamo ad una estremità della leva, uno di sforzo moltiplicato per quattro di velocità, eguale a quattro di sforzo moltiplicato per uno di velocità situati all'altra estremità, meno la quantità x perduta per difetto di elasticità della terra, del punto di appoggio e della leva

$$1 \times 4 = 4 \times 1 - x.$$

Le altre cause di dissipazione di forza nelle macchine, sono, l'attrito delle parti che trasmettono i movimenti, l'oscillazione delle aste, i sussulti delle ruote dentate, i cambiamenti di direzione della forza, la sua azione obliqua sull'utensile, che ne annulla una parte, la cedevolezza delle corde ec. La meccanica generale, dovrà porre al giorno sulle influenze comparative di tutte queste cagioni di dispersione di forza, quelli fra i nostri leggitori che si trovassero alquanto distratti da tal genere di studi elementari.

Noi ometteremo di trattarne, limitandoci soltanto a dare agli agricoltori le regole necessarie per discernere gli strumenti più appropriati ai loro lavori, i mezzi di distinguerne i difetti e di calcolarne i risultati. Staremo molto riservati relativamente all'adozione di strumenti commendatissimi, ma che in ultima analisi producono una sopra dose di effetto troppo leggiera per potere esser posta in comparazione con il prezzo elevato della loro costruzione, e con la difficoltà del mantenimento e dell'uso derivante dalla soverchia complicanza dei medesimi. Preferiremo quelli che avendo una solidità proporzionata ai lavori che sono destinati ad eseguire, effettueranno questi lavori più completamente, più perfettamente, più economicamente. Cercheremo di stabilire dei principii piuttosto

che di occuparci dell'esame critico dell'immenso arsenale di invenzioni e modificazioni di ogni specie, che l'agricoltura possiede. Chi imprendesse a redigere un Trattato di Meccanica applicata all'agricoltura potrebbe tirare un gran partito dall'esame delle macchine che trovansi raccolte nei musei, e dalla loro illustrazione, ma ciò non potrebbe intraprendersi da noi senza allontanarci di troppo dalla strada che ci siamo tracciata.

Gli strumenti di agricoltura possono dividersi opportunamente in cinque classi principali secondo il loro uso: 1.° quelli che hanno per oggetto di modificare la tenacità della terra, penetrandovi, rivoltandola e triturandola, quali diconsi istrumenti da cultura; 2.° quelli che hanno per scopo di distribuire le semente dei vegetebili nel seno della terra, e che diconsi seminatori; 3.° quelli che completano l'opera della natura nella produzione dei frutti, aiutando la separazione meccanica delle parti vegetabili eterogenee, e che sono detti istrumenti da raccolta; 4.° quelli che sono destinati a trasportare sulla terra gli elementi fertilizzanti o a rimoverne i prodotti, e che diconsi istrumenti da trasporto; 5.° quelli infine che elevano l'acqua al livello del suolo per provvedere alla irrigazione, e che si distinguono con il nome di macchine idrauliche.

Parlando degli istrumenti mentovati nella prima classe, osserveremo che il coltivatore modifica la tenacità del suolo; 1.° forandolo verticalmente; 2.° fendendolo nello stesso senso; 3.° tagliandolo orizzontalmente; 4.° rivolgendolo sopra se stesso dopo averlo staccato da quello che le è vicino, 5.° pressandolo o percuotendolo per polverizzarlo. Queste differenti azioni sono destinate a produrre, 1.° o dei semplici fori come fassi per mezzo dei piantatori, 2.° o delle fette o zolle di terra che restano sul posto, dopo essere state separate dalle

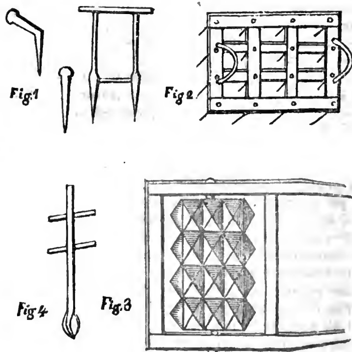
loro vicine con un taglio verticale, questo è l'effetto prodotto dai coltri; 3.° o degli strati di terra separati da quelli inferiori per mezzo di un' azione orizzontale e rimanenti sul medesimo luogo dopo questa azione; questo è ciò che producono il raschiatore ed il vomero; 4.° o delle zolle di terra separate verticalmente ed orizzontalmente e rimanenti nel luogo stesso; questo è l'effetto che ottiensi dalle coltrature e raschiature del sotto suolo. Vengono quindi le azioni che dislocano la terra; 5.° la terra è dislocata da un'azione continua, in modo da ammonticchiarsi sui lati e lasciare aperta una lista; in tal modo agiscono gli aratri comuni; 6.° la terra è sconvolta da un' azione continua dal basso in alto; questa è l'azione dei riversatori; 7.° la terra è tagliata verticalmente ed orizzontalmente, ed al tempo stesso rovesciata da un' azione continua ed immediata; questo è il lavoro che eseguisce la combinazione dell'aratro, del coltro e del riversatore; 8.° la terra è dislocata da un' azione discontinua, in prismi staccati che prendono il nome di motte; questa è l'azione della vanga della zappa, ec: 9.° la terra già ridotta in fette in zolle, è schiacciata e frantumata da un' azione continua che gravita rotolando sulla superficie del campo; questa è l'azione del cilindro; 10.° queste zolle sono stritolate da colpi ripetuti di un corpo pesante; questa è l'azione della mazza e del maglio. Così presentate le indicazioni sommarie di questi diversi istrumenti, passeremo partitamente a trattarne.

SEZIONE I. — Istrumenti perforanti.

Gli istrumenti perforanti sono impiegati per eseguire dei buchi nella terra, destinati per lo più a ri-

cevere le radici dei vegetabili da trapiantarsi, oppure i semi che vi si vogliono deporre. Il piantatore (Fig. 1) non è che un caviglio appuntato ricurvo all'impugnatura, oppure terminato da un pomo o da una traversa, in modo da potervi esercitare comodamente con la mano una pressione. Qualche altra volta esso e a doppia punta, e collegato da traverse, per l'oggetto di potere spingerlo col piede nel suolo (Fig. 2) allorchè vuolsi eseguire la cultura del grano a piantazione, si forma un telaio robusto di legname con traverse a graticola ed a questo si fissano una serie di punte; si presenta in terra, si spinge con il piede e poi si ritira col mezzo di due maniglie di cui questo telaio è armato dalla parte opposta alle punte. Serve altresì utilmente per le semente simmetriche e per le trapiantazioni, un cilindro imperniato in una specie di armatura e formato da una quantità di piramidi a base rettangolare aventi al vertice una corta punta. (Fig. 3) queste piramidi formanti alla base un'angolo di 45 gradi fra l'una e l'altra, facendo volgere il cilindro a contatto del suolo formano nel terreno opportunamente prima spianato, tante incassature terminate al centro da un foro, nel quale depositansi le radiche da trapiantare ricuoprendole con la terra dei rialti, oppure vi si pongono i semi che possono essere quindi ricoperti con l'azione dell'erse o erpice passata in traverso.

La Sonda (Fig. 4) è pure un'istrumento perforante adoprato in agricoltura per scandagliare gli strati inferiori del suolo. Un fusto di ferro da uno a due metri di lunghezza, armato all'estremità di una sgobbia acciajata, ed avente nella lunghezza del fu-



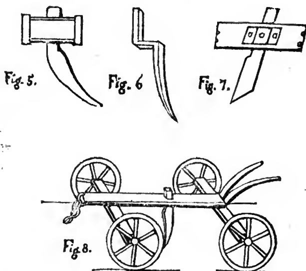
sto diversi fori, da ricevere delle barre di ferro traverse, serve all'effetto sopra indicato. Però se trattasi della ricerca di profonde vene di acqua, bisogna ricorrere agli istrumenti di perforazione, molto perfezionati ai giorni nostri, ma che qui non è d'uopo di trattenersi a descrivere.

L'ago o fioretto del minatore è un cilindro allungato, con ferro acciaiato all'estremo, terminato a guisa di scarpello molto smussato, e che serve a formare i fori per minare i massi da togliersi ai campi onde ridurli adatti alla cultura. Principiasi il foro con

un piccolo fioretto, percuotendolo di testata con il martello; a misura che questo foro approfonda, se ne adopra uno più lungo, e si finisce con fare agire il solo peso dell' arnese sollevandolo e facendolo ricadere con impeto nella cavità del masso.

SEZIONE II. — Istrumenti destinati a tagliare la terra in fette verticali.

L' utensile elementare degli istrumenti destinati ad aprire verticalmente la terra con un lavoro continuo, è il coltro o coltello in ferro, o dritto a stile, o più o meno ricurvo, e presentante la sua



parte tagliente in avanti. Si incassa questo utensile in armature più o meno forti, secondo la profondità fino a cui vuol farsi agire. Prende il nome di dente allorchè non ha che piccole proporzioni come nei rastrelli.

Bisogna che la sua robustezza sia sempre proporzionata allo sforzo cui vuol sottoporsi, onde poter valutare di seguito la forza che deve essere posta in azione per farlo agire.

Un coltro (Fig. 8) è stato adattato al mezzo della lunghezza di un pezzo di legname, di maniera da poterlo col mezzo di una vite di richiamo, farlo più o meno penetrare nel suolo; questo pezzo è fissato sopra due sale con piccole ruote, quali servono a fare scorrere la carreggiata sul terreno, mentre è tirata dalla forza di un'animale. Questo veicolo, adoprato in un terreno netto dai sassi e passabilmente spianato, esige una forza di trazione di kilog. 1,55 per esser messo in movimento allorchè il coltro non è impenetrato nel suolo.

Per determinare il lavoro meccanico del coltro, dopo esser questo stato impenetrato nel suolo alla voluta profondità, attaccasi un dinamometro al tergo della carreggiata, ponesi l'animale in movimento, avendo cura di determinare la sua media velocità per secondo; il lavoro meccanico è il prodotto di questa velocità per ogni minuto secondo moltiplicata per lo sforzo medio indicato dal dinamometro.

Bisogna altresì determinare per ciascheduna esperienza la tenacità variabile del terreno; ciò effettuasi col mezzo della vanga dinamometrica, con la quale devonsi ripetere le prove in diversi punti del campo, desumendone la media. Rammentiamo che questa vanga cade da un metro di altezza, che pesa kilog. 2,75 e che ha metri 0,15 di larghezza.

Ecco un esempio di applicazione, secondo l'esperimento fatto in un terreno di media tenacità, al momento in cui trovavasi nè troppo umido nè troppo asciutto.

Impenetramento della vanga dinamometrica; millimetri	59
Lunghezza del coltro	150
Sforzo sul dinamometro; metri	42
Velocità dell'animale	1,1
Lavoro meccanico totale; kilogrammetri . .	48,15
Resta per il lavoro del coltro, detraendo kilog.tri 1,55 necessari per fare avanzare il veicolo; kilogrammetri	46,60

Deve avvertirsi che allorchè il coltro ha una lunghezza doppia, occorre una forza di trazione uu poco più che doppia, lo che proviene senza dubbio, dall'essere la terra più tenace nel fondo che alla superficie.

Comparando il lavoro della vanga dinamometrica a quello del coltro, si ha per un metro di lunghezza di lavoro kilogrammetri $\frac{2,75}{0,059} = 46\ 6$ kilogrammetri, per il lavoro della vanga dinamometrica.

E per il lavoro del coltro, della lunghezza di millim. 150, ugualmente kilogrammetri 46,6.

Così astraendo dalle differenze di tenacità, che le accidentalità del suolo possono presentare, avremo chiamando t, la tenacità media della terra, espressa dalla profondità in metri, secondo che la vanga dinamometrica si è impenetrata nel suolo; P il peso della vangha medesima; l la sua larghezza; c la lunghezza del coltro; r, la resistenza che deve provare in terra:

$$r = \frac{p}{t} \times \frac{c}{l} = \frac{p\,c}{t\,l}.$$

Così il coltro avendo metri 0,20 di lunghezza e la terra metri 0,040 di tenacità, ritenuta la vanga dina-

mometrica delle proporzioni e del peso sopra indicato; avremo:

$$r = \frac{2{,}75 \times 0{,}20}{0{,}040 \times 0{,}150} = 91{,}67\,,$$

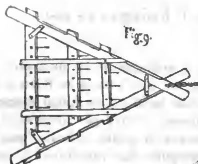
cioè kilogrammetri 91,67 per un metro di lunghezza di lavoro.

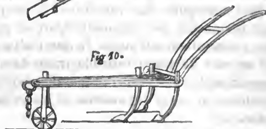
Gli istrumenti diversi costruiti col mezzo del coltro, o che si tratti del coltro isolato, o di coltri riuniti in maggiore o minor numero sopra una sola armatura, devono essere più o meno forti, più o meno lunghi, a norma della resistenza che devono superare, e della profondità cui devono essere impenetrati i coltelli. Se non si tratta che di sfiorare leggermente il suolo per rompere la debole aderenza della superficie, si adopra in tal caso il rastrello a mano o l'erse. Allorchè devesi amministrare questo lavoro a delle piante molto fitte, a radici affusate, come per esempio l'erba medica, in modo da penetrare fra le piante ed estirpare i vegetabili avventizi, meno fortemente inradicati, che vi si trovano commisti, in tal caso moltiplicansi i denti al coltro e si ottiene un pettine. Se è questione di rimuovere profondamente il suolo, allora il numero dei coltri è minore, ma essi sono più forti, più allungati più curvi, e si ottengono gli scarificatori i ramponi, ec.; infine il coltro isolato fa altresì parte della costruzione dell'aratro in cui lo vedremo figurare.

§. I. Rastrello ed erse.

Il rastrello è conformato da un pezzo di legname traversato da dei coltri tenui in ferro o in legno, e connesso alla sua metà ad un lungo manico. Serve a solcare leggermente la terra per rompere l'aderenza che dopo la sementa di piante delicate fosse prodotta dalle pioggie susseguite dall'asciuttore. Si adopra altresì quest'istrumento per ammonticchiare le paglie i foraggi ec., disseminati sul suolo. In quest'ultimo caso impiegasi sovente un largo rastrello tratto da un animale. Generalmente i coltivatori proporzionano la forza e la robustezza di quest'istrumento ai lavori per cui lo destinano.

L'erse o erpice destinata ad eseguire nella terra un leggiero lavoro, e più spesso a frantumare l'aderenza delle zolle già sollevate con altri lavori, ad appianare e ridur mobile il suolo, vien costruita con maggior solidità del rastrello, e deve essere posta in azione dalla forza animale. Non si dispongono i suoi denti in un solo ordine, perchè non ha l'oggetto di ammassare gli avanzi vegetabili che trovansi sul terreno, siccome il rastrello, anzi al contrario essa deve stornare la loro accumulazione, che invilupperebbe i denti, ed impedirebbe loro di agire isolatamente. Per questo sono stati disposti i denti di questo istrumento in più file, di modo che i denti di ciascheduna fila, corrispondono all'intervallo dei denti della fila che li precede. La erse triangolare formata di robusto legname ben connesso, porta per il solito 18 coltri spazzieggiati di metri 0,25; formasi dandole metri 2,50





di lato, e se le possono moltiplicare i denti, aggiungendovi delle traverse; ma queste traverse devono essere distanti almeno metri 0,50 l'una dall'altra per facilitare lo sfogo della terra remossa.

La erse quadrilatera non differisce dalla precedente che per la forma e per il maggior numero dei denti; essa esige una forza di trazione più vigorosa. Se si forma il suo lato di metri 2,50 tramezzandola con due traverse in una sola direzione, porterà 26 denti, cioè 6 al primo e terzo rango, 7 al secondo ed al quarto.

La erse a parallelogrammo obliquangolo, è senza dubbio quella che produce il miglior lavoro. Dombasle la formava di metri 3,95 di lunghezza sù metri 2,50 di larghezza, e la guarniva di 24 denti. Se ne effettuava la trazione, per un punto fuori del mezzo della

catena attaccata alle due estremità di un lato, in modo che i coltri aventi la parte tagliente di fronte a questa direzione obliqua, venissero a rimanere alterni fra loro.

Per i terreni preparati con l'aratro a rialti e solcature, furono immaginate delle erse ondulate adattabili alla sinuosità delle terre; queste specie di erse, comprendono due rialti ed una solcatura, e quindi l'animale può camminare nel solco.

La erse penetrando in terra pel suo proprio peso, ne resulta, che l'impenetramento dei coltri varia secondo lo stato del suolo. Quando il suolo e secco e molto consistente, si aumenta con dei pesi la gravità dello istrumento; allorchè la terra è mobile e fresca, può adoprarsi la erse rovesciata, e per questo è bene che anche la parte superiore sia guarnita di piccoli denti. I lavori di questo arnese riescon sempre poco profondi, poichè i denti che scorrono strappando il suolo non si internano quasi mai per tutta la loro lunghezza. Un erse di 40 denti, tirata da un solo animale, non deve cagionare al di la di 45 kilog. di sforzo, cioè poco più di un kilog. per dente, lo che suppone che nei terreni di media tenacità, essa non penetri più di metri 0,02 nel terreno, secondo i calcoli che abbiamo superiormente stabiliti.

I denti dell'erse sono fissati nel telaio per mezzo di una ribaditura, e meglio ancora, col mezzo di una vite a galletto. Si formano questi arnesi ancora completamente in ferro fuso, ed allora un qualche aumento di costo è compensato da una molto superiore stabilità e durata.

§. II. Dei pettini.

I pettini sono erse complicate, di effetto molto più energico di quelle ordinarie, perchè sono costruiti, in modo da potere a piacimento regolare l'impenetramento dei denti. Il più ordinario impiego consiste nel ripulimento dei muschi e delle porraccine che danneggiano le praterie naturali, e delle erbe avventizie meno bene inradicate, che spesso tendono ad impadronirsi del terreno con danno delle piante da foraggio. Questi pettini formansi comunemente col mezzo di un'incassatura di legname, metri 1,30 di lato, avente 53 denti, lunghi metri 0,216 grossi alla costola metri 0,006 e connessi a metri 0,080 l'uno dall'altro. Le traverse per la direzione della larghezza sono spazzieggiate fra loro di metri 0,270. Questa cassa è portata da sei piccole ruote aventi metri 0,32 di diametro, che si alzano e si abbassano a piacere sul loro asse, in modo da potere elevare o abbassare il telaio, dando così più o meno impenetramento ai coltri che possono internarsi nel suolo da metri 0,002 a 0,135. Quando le erbe svelte sono in quantità tale da intasare molta parte dei denti, sollevasi allora il telaio e fannosi girare le file dei denti, con adeguato movimento simultaneo, per una quarta di cerchio, onde nettarli dalle erbe raccolte, e tornar quindi a ripetere nella stessa guisa la ripulitura. Questo istrumento è alquanto complicato e costoso, specialmente se i terreni da nettare non sono di una grande estensione. Puossi fino ad un certo punto supplire al medesimo, adoprando la erse comune più o meno caricata di peso secondo che richiedono le condizioni dei terreni.

§. III. Scarificatori.

Allorquando i coltri prendono delle maggiori dimensioni, e che mediante la curvatura, la direzione ed il modo di trazione, cercasi di farli penetrare nel terreno almeno alla profondità dei lavori leggierl, e qualche volta fino a metri 0,20, gli istrumenti dei quali il coltro forma l' ntensile elementare prendono il nome di scarificatori. Questi coltri conformati in varii modi, hanno da metri 0,50 a metri 0,60 di lunghezza, e di grossezza alla costola da 0,02 a 0,03 essendo acciaiati all' estremità. Conoscesi una moltitudine di scarificatori diversi; il più semplice di tutti consiste in un telaio triangolare simile a qnello dell' erse di cui vedesi il profilo alla Fig. 10, al quale aggiungonsi due stive a tergo ed un timone in avanti per attaccarvi gli animali. Presso l' estremità del timone avvi una ruota che serve di regolatore per la direzione e per l' impenetramento nel suolo. Se vuolsi un maggior numero di denti, si allunga il triangolo formando più acuto l' angolo al timone. Qnalche volta sopprimesi la ruota indicata, e dirigesi l' impenetramento col mezzo dei regolatori come per l' aratro; ed anche si rendono maggiormente aperte le stive, formandole atte a variare di posizione.

Vi sono degli scarificatori più complicati ed in ferro fuso, tanto a castello triangolare che rettangolare, conformati con quattro ruote, due in avanti piccole e due da tergo maggiori; si inalza e si abbassa la parte anteriore della carreggiata per regolare l' impenetramento dei denti, e si solleva al bisogno tutto il telaio, per ritirare tutti ad un tempo i denti dalla terra.

Gli scarificatori adoprati comunemente nel mezzogiorno della Francia, non sono che erse più robuste fornite di timone e di stive per regolarne la direzione. Con questi fannosi economicamente i secondi lavori ed i lavori di preparazione alla sementa. Facevasi un tempo la prima operazione con aratro a due animali, condotto da un'uomo, e la seconda col mezzo di un leggiero aratro, tratto da un solo animale e guidato da un'uomo. Attualmente ottiensi opera altrettanto perfetta con un solo lavoro di scarificatore a 3 ramponi, condotto da due animali e da un'uomo. Per uno scarificatore a 5 a 7 ramponi occorrono 4 animali; infine attaccansi 6 cavalli ad uno scarificatore a 9 ramponi, che sommuove la terra di già lavorata infino a metri 0,20 di profondita.

Se calcoliamo la resistenza per le terre della tenacità di metri 0,06 lavorando alla profondità di metri 0,2 avremo per rampone kilogrammi 61; e per 9 dei medesimi, kilog. 549; e per ogni animale da tiro richiederassi uno sforzo di kilogrammi 91 per ogni metro di lunghezza di lavoro. L'esperienza ha dimostrato che nei terreni leggieri, può farsi agire uno scarificatore a 9 ramponi con la sola trazione di due forti muli, arrivando alla profondità di metri 0,108.

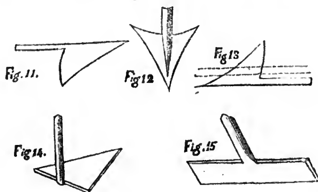
Se la terra è della tenacità di metri 0,07 lavorando alla profondità di metri 0,108 avremo per rampone kilog. 28,3 per 9 coltri kilog. 254,7 e per un cavallo kilog. 42,4 per un metro di lunghezza di lavoro.

L'impiego dello scarificatore è soprattutto utile per rompere l'aderenza del suolo, immediatamente dopo la mietitura. I lavori all'aratro si fanno con maggior facilità, sui terreni molto compatti quando antecedentemente vi si passa con lo scarificatore, penetrando il suolo soltanto fino a metri 0,03, o 0,04.

Raccomandiamo questa precauzione ai coltivatori diligenti, osservando che anche se si faccia astrazione dal vantaggio della remozione del suolo, otterrassi da questa specie di lavoro l'estirpazione delle erbe avventizie, quali arrecano molto più danno alle raccolte future di quello che sia il vantaggio che offrono fornendo una specie di pastura dopo la mietitura dei cereali.

SEZIONE III. — Istrumemti destinati a tagliare la terra in fette orizzontali.

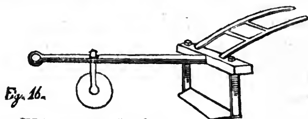
L'utensile elementare degli istrumenti destinati a tagliare la terra con un movimento continuo, è un vomero tagliente disposto orizzontalmente in un senso perpendicolare allo scorrere dell'istrumento, o obliquo a questa direzione, come alle fig. 11, 12, 13. I rastiatori dei giardinieri che pongonsi in opra a mano, quelli parallelogrammi o triangolari che adopransi raccomandandoli ad un castello, gli estirpatori che



sono composti dalla riunione di più vomeri, sono tutti istrumenti che resultano da questo elemento, che

entra altresì nella costruzione dell'aratro, ma per altro assumendo proporzioni più robuste.

Se si impiega per l'azione di un tale arnese la medesima montatura adottata pel coltro isolato, la resistenza diviene tanto grande che ben presto il ferro arricciasi, ed il fusto dell'arnese facilmente si spezza. Quindi le esperienze relative non possono farsi per il raschiatore retto, che con un arnese apposito, siccome indica la fig. 16, nel quale i due staffoni verticali presentano sempre una gran resistenza nell'atto dell'azione. Per quello obliquo adottasi un aratro privo del vomero da solcare ma fornito del coltro, quale apre la strada alla parte dell'aratro a cui è collegato il vomero trinciatore.



Ecco il confronto del lavoro meccanico in kilogrammetri, ottenuto dalle relative esperienze.

Vomero trinciatore retto.

Con l'armatura della fig. 16, kilog.tri . . .	54
Con l'armatura dell'aratro	115

Vomero trinciatore obliquo.

Con armatura della fig. 16; hilog.tri	50
Con l'armatura dell'aratro	108

Comprendesi in generale il vantaggio resultante da un'azione obliqua per gli strumenti taglienti; sembra che un sistema di resistenze, ceda più facilmente

allorchè le materie resistenti vengono lacerate le une dopo le altre, piuttostochè quando lo vengono tutte in una volta. Il vomero trinciatore obliquo, non è rigorosamente parlando che una lastra rettangolare, che taglia per la sua diagonale nel senso della quale è divisa, invece di tagliare per uno dei suoi lati. Nella pratica puossi sempre calcolare col mezzo della formula già indicata, ed arrivare ad un resultato che non si allontani dal giusto, più di una diecina di kilogrammetri. Non possiamo ripromettercí una maggiore esattezza in operazioni che presentano tanta irregolarità, e l'indicato grado di precisione basta perfettamente per l'oggetto di calcolare la forza che deve essere approssimativamente applicata a tale o tal'altro istrumento per effettuare regolarmente i lavori che ci siamo proposti.

Quando i vomeri trinciatori sono montati indipendentemente da tutt'altro utensile, prendono allora il nome di raschiatori, se il vomero è retto, cioè se esso trincia il suolo parallelamente all'azione del suo cammino; se il lato tagliente è obliquo alla resistenza, allora essi prendono il nome di estirpatori.

Adopravasi tempo indietro il raschiatore indicato dalla fig. 16 per tagliare molto presso alla superficie del suolo le cattive erbe. Ma basta riflettere all'enorme resistenza che le due barre verticali oppongono al movimento dell'arnese, per avvedersi, che ne è impossibile l'uso allorchè si tratti di impenetrare alquanto nel terreno; perchè a metri 0,2 per esempio, la resistenza delle barre verticali divien maggiore che quella della lama tagliente del vomero.

In luogo di impiegare un vomero molto largo, come quello dell'indicato raschiatore, che esige per esser mantenuto in forza, delle barre verticali molto

robuste, comprendesi che può ottenersi un migliore effetto, in quanto alla diminuzione dell'attrito delle barre di sostegno, moltiplicando il numero dei vomeri, facendoli triangolari con il vertice più acuto in avanti, e corredando ciascheduno di essi di una sola barra verticale a squadra con il vomero. Questi piccoli vomeri si dispongono alterni in due ordini paralleli, di modo che una larga superficie venga abbracciata dai medesimi. Negli strumenti formati con questo principio la loro disposizione è stata molto variata. I vomeri hanno la forma di un triangolo isoscele presentante contro la terra due lati obliqui e taglienti; questi sono connessi per lo più lungo due traverse parallele, fermate fortemente a squadra con un timone che le sostiene nella loro parte media. Tutta l'armatura può formarsi in legname, ma riesce più solida e più durevole, essendo costruita in ferro fuso.

La disposizione dell' istrumento che abbiamo indicato, è quella presso a poco adottata all' istituto di Roville di cui riportasi la pianta ed il profilo.

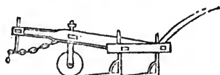
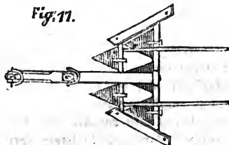


Fig. 11.



La sua costruzione non può dirsi complicata, riesce solida a bastanza, e di non difficile esecuzione.

Conosconsene molti altri, fra i quali, quelli di Grignon di Hayvard, di Wilkle ec., quali sono tutti alquanto più complicati, alcuni forniti di ruote, e con i vomeri disposti alterni in due file, o distribuiti lungo i lati di un'armatura formata a triangolo isoscele.

L'uso dell'estirpatore tende a distruggere le erbe che cuoprono la terra in alcuni luoghi, qualche tempo dopo le arature, ed a mantener pulita la superficie del suolo; a triturare le zolle che fossero rimaste troppo voluminose dopo le arature, ed in generale a regolarizzare le particelle del terreno. Non deve pretendersi di sostituirlo all'aratro; le sue tracce sarebbero ben tosot cancellate dall'assodamento del suolo che con tal lavoro non perviene a variare di posizione.

Se calcoliamo secondo le esperienze citate la forza necessaria a fare agire un estirpatore, che non penetri che a metri 0,03 nel terreno digià preparato con l'aratro o con la vanga, e di cui la tenacità sperimentata con la vanga dinamometrica, sia di kilog. 0,060, troveremo:

Per le cinque barre verticali, impenetrantesi nel suolo per metri 0,03; kilogrammi 45

Per i cinqne vomeri, aventi insieme un metro di larghezza di base 300

Quindi per un metro; kilogrammi 345.

se l'istrumento percorre soltanto il terreno con la velocità di metri 0,80 a minuto secondo, il lavoro non sarà che di kilogr. 266 per secondo, lo che esige una forza di trazione equivalente a quella di cinque cavalli.

Gli estirpatori a tre vomeri servono a nettare il terreno fra le file delle piante coltivate; uno è fissato

al timone, gli altri due a dei bracci robusti che possono essere aperti o ristretti secondo le occorrenze; alcuni denti da erse, sono spesso collocati avanti le punte dei vomeri per rompere l'aderenza del terreno, prima che venga investito dall'azione dei vomeri stessi.

Quando questo istrumento deve agire in una terra che abbia la tenacità di 0,060.

Per i tre denti da erse, . . kilogrammi. .	27
Per i tre vomeri trinciatori	183
Per metro.	210

e con una velocità di metri 0,8 a secondo, kilogrammetri 168. Lo che ottiensi con una forza di trazione equivalente a quella di tre cavalli.

Ma in questo caso come nel precedente, se lavorisi in terreni molto mobili, la tenacità discendendo a 0,013 allora avremo.

Per i tre denti da erse, kilogrammi . .	18,9
Per i tre vomeri trinciatori.	84,0
Per metro	102,9

e con una velocità di metri 0,8 a secondo kilogr. 82,25.

Lo che ottiensi con una forza di trazione equivalente a quella di un robusto cavallo.

I principi da aversi in mira nella formazione di questi istrumenti sono i seguenti.

1.° Non moltiplicare i vomeri, ma piuttosto darle tutta la larghezza di cui sono suscettibili, perchè con il numero dei vomeri moltiplicasi quello delle barre verticali che li sostengono, lo che accresce molto la resistenza, e di più, quando essi sono troppo fra loro ravvicinati, allora più ritengono le erbe, e lo stru-

mento rimane incagliato nella sua azione. Perchè ciò non succeda, i vomeri devono essere distanti fra loro metri 0,60 a 0,70.

2.° Le barre di ferro o gambi di sostegno devono avere non solo la forza necessaria per impedire al vomero di cedere o di oscillare nella sua azione ordinaria, ma ancora quella per far fronte validamente all' incontro di una radice lignosa o di altro incaglio che presenti una particolar resistenza; quindi la solidità delle barre dovrà essere doppia di quella occorrente per il lavoro ordinario.

Infine, deve essere regolato l' impenetramento dei vomeri nel terreno per mezzo di una o di due stanghe o manubri posti a tergo dell' istrumento.

SEZIONE IV. — Istrumenti destinati a rovesciare la terra sopra se stessa in motte.

La teoria per desumere il miglior modo di rovesciamento del suolo per mezzo degli istrumenti aratorii, ha occupato la maggior parte degli uomini celebri che trattarono di Agricoltura nei tempi a noi non remoti, e veramente questa operazione effettuata con la forza animale, avvicinandosi molto a quella che operasi con la vanga, assume tale importanza nelle buone conduzioni agricole che mai potrebbe dirsi soverchio lo studio apportatovi.

Tanto nell'orticultura che nell' agricoltura, conosconsi un gran numero di piante che vogliono essere rincalzate con molta terra per poter perfezionare la loro vegetazione. Ciò che gli ortolani fanno con la marra, gli agricoltori l' ottengono con l' impiego di uno strumento composto, che solcando e tagliando la terra, la riversa al tempo stesso sopra se stessa o da uno o da ambe i lati del suo passaggio.

In effetto l'orecchio o gli orecchi ricurvi a guisa d'elice, che corredano questo istrumento, formano l'utensile elementare di ogni conformazione avente per scopo di rivoltare sopra se stessa una motta di terreno, e che chiameremo riversatori.

L'azione che rappresenta questo riversamento, può essere sommariamente indicata da una linea *CD* situata in terra alla profondità dello strato che vuolsi sollevare, e che dalla posizione orizzontale, sollevasi rotando sul punto *C* ed avanzando verso *C'* perviene alla posizione verticale allorchè e giunta in *C'*. In queste diverse posizioni la linea *C D* traccia nel suo passaggio una superficie curva che corrisponde all'orecchione del riversatore. Essa è una superficie ellissoïde; infatti l'elice è generata da una retta girante sovra un punto che movesi in linea retta.

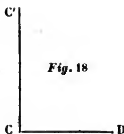


Fig. 18

Se il movimento circolare della retta *CD* è più rapido che il movimento di traslatazione del punto *C*, essa perviene più presto a raggiungere la verticale, e per conseguenza l'elice è raccorciata; essa è allungata al contrario, se il movimento circolare di *CD* è eguale o più lento che quello del punto *D*.

Diversi importantissimi lavori sperimentali e di stereotomia, sono stati inistentamente praticati in Toscana rapporto a tale argomento, quali siamo dolenti

di non poter riportare in questo luogo, a causa dell' impossibilità di coordinare il compendio di materie, che in ogni loro parte presentano una grande importanza (1).

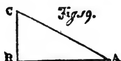
§. I. Indicazioni relative al riversatore ellissoïde.

Il detto riversatore componesi di un mezzo giro delle spire dell' elice, nel quale la curva direttrice partendo dall' orizzontale, va a terminare alla verticale, facendo fare così alla fetta di terra che la segue un quarto di rivoluzione. La larghezza del riversatore deve essere eguale alla profondità del lavoro; la sua lunghezza influisce sulla inclinazione della direttrice che sarà altrettanto maggiore, di quanto il riversatore sarà più lungo.

Per determinare questa inclinazione, bisogna cercare quale sia quella del piano inclinato, in cui la forza orizzontale agendo sopra un corpo, lo fa montare con un minimum di sforzo. Supponendo il coefficente della confricazione eguale a 0,611 per il ferro strisciante sulla terra, siccome ci indicano le esperienze che citeremo in breve, troviamo che l' inclinazione della direttrice deve essere di circa gradi 31. Per rintracciare la lunghezza del riversatore abbiamo dunque un triangolo rettangolo, di cui uno dei lati CB è la profondità del lavoro, e l' angolo A è stabilito di

(1) Vedasi in specie il Giornale agrario toscano, dispensa 1. carte 9 — 2. 107. — 3. 210 — 3. 212 — 9. 107 — 9. 114 — 11. 460 — 21. 37 — 25. 67 — 26. 151 — 31. 336 — 32. 442 — 33. 77 — 33. 128 — 34. 231 — 35. 309 — 35. 377 — 37. 202 39. 356 — 40. 448 — 41. 79 — 42. 154 — 45. 366 — 46. 95 — 81. 483 — 77. 516 — 75. 129. — 76. 350. —

gradi 31. Facendo $BC = 1$ avremo; sen $31° : 1 :: $ sen $59° : x = 1{,}90$.



Nella pratica dassi spesso maggior lunghezza al riversatore, e si porta fino a 2, e 2 volte ed un terzo, della profondità del lavoro. In generale, quando lavoransi delle terre forti, in cui la resistenza delle fette alla torsione e più considerabile, ed in cui l'ineguaglianza di resistenza della terra, da luogo a delle stratte nella trazione, allora allungasi il riversatore per dar maggiore stabilità all'istrumento in ragione del peso più considerabile che sopporta. Ma comprendesi che ben presto ci avverremo in un limite prescritto a questo allungamento, dall'aumento di peso e dall'eccesso di confricazione che ne resulta.

Per descrivere la superficie curva ellissoïde prendesi un cilindro in legname il di cui diametro rappresenti il doppio della profondità del lavoro, e la sua lunghezza, quella che vuol darsi al riversatore.

Sia *ABCD* questo cilindro; sviluppasi la sua superficie sopra un piano rappresentato dal rettangolo *CDEF*; dividonsi di questo i lati maggiori in due parti eguali, con la linea *GH* e conduconsi le due diagonali *GE*, *HD*.

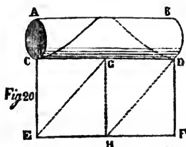


Fig.20

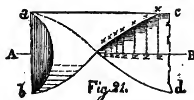


Fig.21.

Ripiegasi in seguito il rettangolo sul cilindro, e le diagonali tracceranno alla sua superficie la curva spirale cercata. In seguito se tagliasi il cilindro in due parti, determinando un'andamento che abbia per limiti i contorni grafici dell'elice, disegnati sulla di lui superficie, avremo appunto quella specie di orecchio che si ricerca. Il mezzo per la pratica esecuzione del modello di questa curva composta, è semplicissimo. Basta che dai punti della spirale tracciata alla superficie del cilindro, si conduchino a molta vicinanza fra loro, delle linee rette x z, parallele alle basi del cilindro stesso, e di dirigentesi all'asse del solido, perchè ne risulti la curvatura di che si tratta. Serve dunque che l'artefice stacchi successivamente del legno dalla massa del cilindro, seguendo queste linee rette indicate, per aver questa superficie ad in-

cavo, e che si assicuri dell'esattezza del lavoro, posando successivamente una riga, in tutti i punti consecutivi da x a z.

Ma è facile riconoscere che la superficie ellissoïde, siccome l'abbiamo costruita, non farebbe descrivere alla fetta della terra che un quarto di rivoluzione, e ne succederebbe che dopo il passaggio dell' istrumento una porzione della fetta, non essendo più sostenuta ricadrebbe nel solco. A questo inconveniente rimediasi, terminando l'elice con un' appendice che si projetta al di fuori della verticale. Questo espediente è ottimo, allorchè si lavorano delle terre forti, le di cui fette non si disgregano completamente per il movimento di torsione che subiscono combaciando contro la superficie del riversatore; allora in effetto basta un' impulsione data alla loro sommità, allorchè perviene in posizione verticale per spingerle al di fuori e farle cadere da lato; ma questo mezzo è insufficiente per le terre leggiere e mobili, e ben sovente succede che il solco rimane mal vuotato.

Ecco come si esprime il Conte De Gasparin sù tal proposito. Dobbiamo a Luigi figlio del celebre Marchese Cosimo Ridolfi, l' analisi delle condizioni da riempirsi perchè il riversatore completi la sua opera, imprimendo all' intera fetta di terra il movimento che deve farle compire la mezza rivoluzione. Ne resulta che la parte posteriore dell' orecchio che succede all' elice, è ingenerata dal movimento di una retta, per una lunghezza eguale alla larghezza della fetta, posta susseguente alla retta generatrice dell' elice stessa, e che corrisponde alle diverse posizioni che la fetta a, b, c, d, (Fig. 22) dovrà prendere per passare dalla sua prima situazione a quella intermedia a', b', c', d', ed

a quella estrema a'', b'', c'', d'', dalla quale necessariamente trabocca. Perchè il rovesciamento abbia luogo bisogna che il centro di gravità C della fetta A, B, E, D, (Fig. 23) sia traslocato in C' al di là della verticale DA. Ora il valore dell'angolo $C'AC$ dipende dalla posizione di C, e per conseguenza dalla proporzione che esiste fra AB ed AD, cioè a dire fra la larghezza e la profondità del lavoro. Sia il loro rapporto come $4 : 3$; prendendo AD per raggio, la tangente sarà $DE = AB$; avremo dunque $AB : R :: AD :$ tang. x, o $4 : 1 :: 3 :$ tang. $x = 36°,52'$. Se dunque eleviamo dopo il limite della curva ellissoïde del riversatore, una linea sul prolungamento della sua base, all'inclinazione di 30 gradi circa con il suolo, e se unischiamo questa linea con il limite della curva del riversatore, per mezzo di una superficie svoltante, avremo allora l'andamento del prolungamento di che trattasi, quale secondo noi non dovrà eccedere metri 0,1 di lunghezza, e per conseguenza, la detta linea dovrà essere tracciata a questa distanza dall'estremità posteriore della base del riversatore. Con tali preparazioni otterremo facilmente la forma completa in incavo del riversatore e del suo prolungamento.

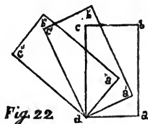


Fig. 22

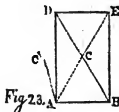


Fig. 23.

Altre guise di curvatura sono state tentate, per conseguire il miglior possibile effetto, nell'impor-

tante operazione di associare la forza animale all'azione di rovesciamento del suolo, fra le quali, la disposizione del riversatore paraboloïde è stata descritta e sviluppata ingegnosamente, ma l'esperienza dimostra che la conformazione ellissoïde con l'appendice che ha formato soggetto di tanti studi in Toscana, meglio di qualunque altra si presta ad un eccellente lavoro. Esistono altresì di questo istrumento ottimi tipi in ferro fuso, e forse nel momento in cui scriviamo, qualcheduno dei nostri infaticabili agronomi e professori, si occupa nei tentativi di miglioramento della azione simultanea di aratro trinciatore per mezzo del coltro e di riversatore per mezzo della curva composta che le è alligata.

§. II. Resistenza del riversatore, occasionata dal peso, dallo sfregamento e dal cambiamento di figura della fetta di terra che dirige nel suo movimento.

Per avere il peso sopportato dal riversatore, bisogna moltiplicare il peso del corpo che solleva, per il coseno dell'angolo medio d'inclinazione della superficie curva del sostegno, che a forma dell'avvertita costruzione è di circa gradi 31; così supponghiamo che il riversatore abbia 0,40 di lunghezza, che esso svolga una striscia di metri 0,25 di larghezza, sopra una profondità di metri 0,20; il cubo di terra sollevato, sarà di metri cubi 0,02. Se il metro cubo di terra, pesa 1200 kilog. questo volume peserà kilog. 24; quindi avremo:

Log. di 24	1,38021
Log. Cos. di 31	9,93307
	11,31328

che diminuito di 10, lascia per residuo il logaritmo di kilog. 20,57 peso che carica la superficie del riversatore.

Paragonando a dimensioni eguali, la resistenza del riversatore ellissoïde con quella del riversatore paraboloïde, rilevasi che quest' ultimo la subisce meno forte di circa kilog. 3,47 appunto perchè esso non sodisfa pienamente come il primo alla condizione di rilevare il prisma della terra sollevata dal vomero e tagliata dal coltro, forzandolo ad inclinarsi in modo da rimanere rovesciato da lato, lasciando il solco totalmente libero e vuoto.

La resistenza opposta dallo sfregamento, nel movimento dei due corpi striscianti l' uno sull' altro, è prodotta dall' incastramento delle scabrosità delle due superfici in contatto, che esige uno sforzo per spostare le molecole saglienti, combaciate le une nei pori delle altre.

Dalle esperienze di Morin, resulta 1.° che lo sfregamento deve considerarsi proporzionale alla pressione; 2.° che esso è indipendente dall' estensione delle superfici in contatto, che esso è indipendente dalla velocità del movimento. La resistenza occasionata dallo strofinamento per ciascheduna natura di superficie, varia a misura che varia lo stato della superficie. Avvi un maggior numero di scabrosità sopra una tavola digrossata, sopra un disco di ferro fuso bruto, che sopra una tavola piallata, o sopra un disco di ferro pulito. Questi corpi provano minor resistenza strisciando sopra un marmo levigato che sopra la terra scabrosa ed ineguale. Bisogna perciò cercare, per ciascheduno stato di superficie il coefficente, che moltiplicando il peso, produca l' espressione della resistenza. I corpi che impiegansi per la cultura sono il legno ed il ferro. Ecco la

indicazione delle prove effettuate col mezzo di una superficie di legname e di un'altra di ferro levigato, sopra una terra lavorata, ma che trovavasi in uno stato medio di consolidamento.

Peso in kilog.	Forza impiegata in kilog.		Coefficienti	
	Ferro	Legno	Ferro	Legno
88	47,2	50	0,53600	0,56800
150	95,6	100	0,63700	0,66600
218	143,7	148	0,65900	0,67900
		Media . . .	0,61067	0,63767.

Queste esperienze ci avvertono che il coefficente aumenta con il peso, e che non ottiensi la conferma di una vistosa differenza fra l'azione del ferro e del legno siccome le antecedenti esperienze sembravano indicare. Un'altra resistenza nasce in quest'azione, dal cambiamento di figura che il prisma di terra subisce prima di essere rovesciato; percorrendo la superficie del riversatore, per il pressamento della terra che sussegue, la fetta di terra, che è già stata tagliata in forma di parallelepipedo rettangolo, è obbligata di modellarsi sulla superficie curva che l'istrumento presenta; avvi dunque un cambiamento di forma, una disaggregazione più o meno considerabile delle particelle del suolo, che induce una resistenza. Essa è la minor possibile nel riversatore ellissoïde, perchè in primo luogo, l'elice è la curva più corta che si possa tracciare sopra un cilindro fra due punti dati, e di più, perchè tutte le inclinazioni che questa curva presenta alla fetta del suolo, essendo eguali, il passaggio del prisma succede col minor possibil cambia-

mento di figura. Peraltro da ciò appunto ne deriva che la terra rovesciata rimane in uno stato meno suddiviso, di quella che sfoga dal riversatore paraboloïde. Allorchè si possederanno delle esperienze pratiche comparative, fatte sullo stesso suolo, con ambedue questi strumenti, forse accorderemo completa al primo, quella preferenza che trattandosi di un arnese che riunisce diverse azioni ugualmente importanti, non è facile di poter fissare, dietro le sole ricerche analitiche, come non è facile senza gli sperimenti pratici, ben determinare le dimensioni convenienti alle diverse qualità dei terreni: circostanza da prendersi seriamente in esame se si voglia veramente generalizzare l'uso di questo egregio utensile.

§. III. Dei rincalzatori.

Il rincalzatore è un istrumento formato di due riversatori montati sullo stesso aratro. Nei più ben fatti, i riversatori possono allargarsi e ristringersi fra loro, così regolando la larghezza del solco. Ciò ottiensi facendoli girare in una cerniera posta al punto di loro riunione oppure all'origine di ciascheduno di essi. Spesso collocasi un vomero robusto e tagliente che primo investa la terra, ed allora l'istrumento diviene un vero aratro a due riversatori, siccome quello di Dombasle a Roville, e siccome quello di Rozé che indicheremo con la Figura 24.

Ma siccome il rincalzatore è destinato a passare negli intervalli delle piante disposte in filari, intervalli costantemente remossi dalla marra a cavallo, o dallo scarificatore, ne avviene che esso può essere soltanto formato dai due riversatori aventi una punta in avan-

ti a guisa di vomero, e preceduti da una ruota che serve a dirigerne l'andamento.

Ricondotto a questa semplicità, questo istrumento è di un'uso continuo nei paesi in cui la cultura delle piante da rincalzare (formentone, patate ec.) è molto estesa. Esso economizza molta fatica e molto tempo.

1.° Un rincalzatore o ributtatore che dir si voglia pesante 30 kilog. di cui i riversatori ellissoïdi avevano metri 0,50 di lunghezza, è stato messo in azione in una terra lavorata di metri 0,11 di tenacità, per tracciarvi un solco e rigettare le due fette di terra che ne provenivano, sui lati; questo solco aveva metri 0,20 di profondità e metri 0,35 di larghezza. Le formule che già abbiamo indicate ci offrono le cifre seguenti:

a — Carico di ciascuno dei riversatori; un prisma di terra delle seguenti dimensioni: 50 × 17,5 × 20 = 17500 centimetri cubici, che a kilog. 1100 il metro cubo producono kilog. 19,25, quali moltiplicati per il coseno di 31.° danno kilog. 13,62 e per ambedue i riversatori. . . . kilog. 27,24

b — Attrito per strofinamento per ambedue i riversatori kilog. 27,24 × 0,61 16,62

c — Attrito dell' istrumento carico di terra; 57,24 × 0,61 34,92

78,78.

L' istrumento posto in azione con la forza di un cavallo, progrediva con la velocità di metri 0,92 a minuto secondo, esigendo uno sforzo di kilog. 85,63 o di kilogrammetri 78,74 per metro.

2.° Essendo stati avvicinati i due riversatori in modo da non formare più che un solco di metri 0,20 di larghezza, abbiamo in tali condizioni ottenuto:

a — Carico di ciascuno dei riversatori; un prisma di 50 $\times$ 10 $\times$ 20 = 10000 centimetri cubici, che a kilog. 1100 il metro cubo, producono kilog. 11,00 quali moltiplicati per il cos. di 31.° danno kilog. 7,78; e per i due riversatori kilog. 15,56

b — Attrito per lo strofinamento; 15,56 $\times$ 0,61 9,49

c — Attrito dell' istrumento sul terreno, prodotto dal suo peso; 45,56 $\times$ 0,61 . . . 27,79

52,84.

Muovendosi l' istrumento con la velocità di metri 1,10 a secondo, esige uno sforzo di kilog. 48, o di kilogrammetri 52,89 per metro.

3.° Infine avendo ridotta la profondità dei solchi a metri 0,16 abbiamo ottenuto:

a — Carico di ciascuno dei riversatori; un prisma di 50 $\times$ 10 $\times$ 16 = 8000 centimetri cubici che a kilog. 1100 il metro cubo, producono kilog. 8,8 che moltiplicati per il coseno di 31.° danno kilog. 6,23; e per i due riversatori . . kilog. 12,46

b — Attrito per lo strofinamento; 12,46 $\times$ 0,61 7,60

c — Attrito dell'istrumento sul terreno, prodotto dal suo peso e dal carico; 42,46 $\times$ 0,61 25,90

45,96.

Muovendosi l' istrumento con la velocità di metri 1,20 per secondo, esige uno sforzo di kilog. 38,3 o di kilogrammetri 44,86.

La cifra elevata della resistenza dell' utensile caricato della terra, in comparazione di quella del lavoro fatto allorchè non è caricato, ci indica chiaramente

che bisogna formar leggiera quanto è possibile la montatura dell'istrumento, lo che si conseguisce adottando il ferro fuso, che presenta molta tenacità in poco volume e peso, specialmente per le piccole dimensioni. Così possono aversi degli istrumenti di 20 kilogrammi di peso da essere comodamente posti in opera con la forza di un piccolo cavallo o di un somaro.

SEZIONE V. Istrumenti che tagliano la terra verticalmente ed orizzontalmente e che la rivoltano con una azione continua.

§. I. Disposizione relativa dell'aratro e modi di attacco dell'arnese.

L'aratro comune altro non è che un vomero robusto terminato a punta, ed avente due orecchie coniche che respingono la terra sui lati. Esso caratterizza l'idea organica dei primi coltivatori, e pertutto ove la cultura ha fatto qualche progresso, si è cercato di conformare un'aratro che producesse secondo le diverse qualità di terra il miglior lavoro possibile con il minimo sforzo di trazione. È facile di comprendere che per conseguire tale intento si è procurato di riunire insieme tutti gli effetti degli utensili elementari, onde potere tagliare verticalmente la terra come fa il coltro, separarla dagli strati inferiori sezionandola orizzontalmente, come fa il vomero trinciatore, infine rivoltarla sui lati col mezzo del riversatore; così si è ottenuto l'aratro composto, istrumento che allorquando trovasi in un dato paese sufficientemente generalizzato, indica la condizione vantaggiosa dell'agricoltura. In sostanza il carattere elementare di questo istrumento non è che prodotto dalla riunione della teoria di tutti

gli istrumenti che abbiamo in antecedenza sottoposti a rivista. Quindi, dopo tutto ciò che precede, non si tratta che di riunire l'azione dei tre istrumenti preaccennati in modo che essi possino funzionare simultaneamente, allorchè venghino sottomessi all'azione di una forza che agisca nella miglior direzione possibile.

Il coltro deve precedere le altre parti dell' aratro composto, essendo la sua azione completamente indipendente da quella delle altre due parti. Se il vomero trinciatore agisse il primo, dovrebbe con la sua azione tagliente e di cuneo non solo separare e sollevare lo strato della terra dal suo letto inferiore ma ancora strapparla nella sua continuità laterale, e l'azione del coltro verrebbe ad avere luogo allorchè la coessione di questa continuità è già stata superata. Infine il riversatore procede immediatamente dopo il vomero del quale forma l'ala o l'orecchio. Il coltro deve avere una lunghezza presso che eguale alla profondità a cui vuolsi impenetrare il vomero, ma essendo questo utensile molto meno robusto del vomero trinciatore si pratica di modularne la lunghezza secondo che la terra più o meno tenace presenta maggiore o minor grado di resistenza al suo passaggio. Per questo si incassa in una cerniera a doppio anello, nella quale si ammorsa per mezzo di una vite, fissandolo al punto che più rilevasi conveniente alle locali circostanze. Nei terreni leggieri e sabbionosi, il coltro diviene inutile e sopprimesi, perchè l'azione del vomero riesce facile e spedita, anche se la terra non è stata tagliata in antecedenza in senso verticale. Nei terreni pietrosi è inapplicabile, perchè gli ostacoli che incontra nel suo cammino o trattengono il corso dell' aratro o spezzano il coltro stesso. Il coltro deve avere la sua parte tagliente nella direzione del cammino dell' istru-

mento. Allorchè la sua posizione nell'incassatura non permette di assegnarle questa precisa direzione, val meglio di adottare il coltro ricurvo in guisa da ricondurre il coltello sulla linea direttrice dell'aratro.

Il vomero deve avere i suoi lati obliqui più o meno taglienti secondo la tenacità delle terre, mentre formasi complesso, robusto e di grossa costola per le terre forti e sassose, più sottile e delicato per quelle non soverchiamente tenaci e scevre di sassi. Deve avere la stessa larghezza della parte più avanzata del bordo inferiore del riversatore, mentre in caso diverso il riversatore incontrerebbe una resistenza laterale che non potrebbe superare che per mezzo dello strappamento o della compressione. Quando trattasi di togliere la terra dal solco tracciato dal coltro e dal vomero e gettarla da un sol lato, adattasi allora all'aratro, un vomero formato a guisa di triangolo rettangolo tagliente, con l'ipotenusa che dicesi l'ala del vomero. La cerniera che le forma appendice e che serve per fissare l'utensile all'aratro dicesi fusto.

Comprendesi che l'aratro tracciando dei solchi consecutivi onde effettuare uno scasso, deve avere il vomero ad una sola ala o tagliente e deve avere un sol riversatore, disposti dal lato in cui trovasi il solco che precede quello che apresi. Così la terra estratta dal solco che si forma cade rovesciata in quello appresso già aperto antecedentemente e così di seguito, tantochè in questi lavori di scasso, eseguiti con l'aratro composto, è necessario lavorare sempre nella medesima direzione, oppure avere due serie di solchi nella direzione stessa; i primi riceventi da destra la terra del solco che apresi, allorchè l'aratro dirigesi in una direzione, i secondi riceventi la terra

da sinistra, allorchè l'aratro è diretto nella direzione opposta, e ritorna verso il punto di partenza. Così o bisogna tornare indietro a vuoto, o traversare il campo in larghezza per ogni solco effettuato. Un'altro mezzo posto in pratica molto utilmente per proseguire il lavoro senza interruzioni o traversature consiste nell'avere un aratro a doppio vomero, coltro e riversatore, nel quale tutto un sistema può girare sopra un pernio verticale, e presentarsi successivamente in avanti, abbassando la punta degli arnesi che debbono lavorare, e rialzando quelli che devono rimanere in riposo; questo sistema fu immaginato da Dufour.

Il riversatore deve nell'aratro composto formare una superficie continua con la parte tagliente del vomero; il suo bordo inferiore deve dunque essere applicato molto vicino alla di lui ipotenusa cosicchè la sola circostanza che il vomero abbisogna spesso di essere restaurato e ritemperato, mentre che il riversatore dura altrettanto che l'aratro, impedisce che possono essere fabbricati di un sol prezzo questi due utensili elementari.

L'altezza del riversatore ellissoïde deve essere eguale alla larghezza del vomero, o per dir meglio a quella del lavoro, poichè è la fetta così tagliata che deve applicarsi lungo la sua superficie, sulla quale inoltrasi fino al proprio rovesciamento.

Ma il riversatore paraboloïde, deve avere per altezza la profondità del lavoro, invece della sua larghezza; in esso la fetta della terra non si modella esattamente sulla superficie curva dell'utensile, quale limitasi a promuovere il suo rovesciamento con un azione di pressione, che la fa capovoltare dal lato del solco, dopo averla successivamente informata di tutte le varie curvature dell'orecchio.

§. II. Applicazione della forza all' aratro, e considerazioni analitiche relative.

La incassatura dell' aratro è composta di tre solidi pezzi di legname connessi e raccomandati ad un timone che ne forma l' asse longitudinale. Nella formazione di questa incassatura, il primo oggetto da conseguirsi è quello che essa riesca di una robustezza proporzionata allo sforzo cui è destinata di sopportare, e che il suo assieme non manchi del maggior possibil carattere di semplicità. La figura 24 appresso riportata può bastare a dare un' idea generale della montatura di questo arnese, che d' altronde è suscettibile di svariate forme, molte delle quali sono state particolarmente ed accuratamente studiate.

L' aratro presenta tre diverse resistenze alla forza che tende a farlo funzionare: una situata al mezzo della base del vomero, un' altra posta alla metà della parte tagliente del coltro, la terza al centro di gravità della fetta di terra che scorre sull' ingolla del riversatore. La linea di trazione deve essere dunque il prolungamento della resultante di queste resistenze.

Supponghiamo che un vomero largo metri 0,280 produca una resistenza di kilogrammi 256; che il coltro ne produca una di kilogrammi 137 ed il riversatore una di kilogrammi 19; si osserva come abbiamo già notato, che la linea direttrice della resistenza del vomero passa per il mezzo della sua base, che quella del coltro passa per il bordo esteriore del vomero stesso; infine che quella del riversatore che ha la medesima larghezza del vomero passa altresì per il centro del vomero stesso; avremo dunque per le resistenze, passanti per quest' ultimo punto $256 + 19 = 275$; e per quella passante per il bordo esteriore

del vomero 137. In detti casi la resultante passerà per i $\frac{137}{275}$ della metà del vomero, ossia dei metri 0,140 che separano le due resultanti della resistenza, cioè a millimetri 69,74 dal lembo esteriore del vomero, e non sulla direttrice dell'asse che è altresì quella del detto lembo esteriore. Ma queste resistenze non agiscono sul medesimo piano orizzontale.

La linea di resistenza del coltro, è al mezzo della di lui lunghezza, ed essendo l'impenetramento a metri 0,16 il centro della resistenza sarà a metri 0,08 al disopra del tagliente del vomero. Il riversatore ellissoïde, avendo metri 0,28 di altezza, la resistenza sarà a metri 0,14 al disopra dell'orizzontale che passa per il piano tagliente del vomero. Così il punto della resistenza sarà fra il vomero ed il coltro, o ai $\frac{137}{256}$ di 8 ossivvero a millimetri 42,81 al disopra del mezzo della parte attiva del coltro, o a millimetri 37,19 al disopra del piano del tagliente del vomero. In quel punto si concentrerà la resistenza del vomero e del coltro, cioè $256 + 137 = 393$. Troveremo il punto della resistenza fra quella di kilog. 19 del riversatore e quest' ultima indicata, prendendo i $\frac{19}{393}$ dei millim. 102,6 che le separano; avremo millim. 4,96; così il centro di gravità delle resistenze, è collocato a millimetri 37,19 + 4,96 ossia a mill. 42,15 al disopra del livello del tagliente del vomero. E siccome abbiamo trovata questa resistenza a millimetri 69,74 dal limite esteriore del vomero, questo centro di gravità sarà del pari a millim. 42,15 al disopra del vomero, ed a millim. 69,74 distante dal suo bordo esteriore. Quindi nel punto in cui succede l'intersezione di due linee

a squadra distante dai punti indicati, dovrà in questo sistema di aratro essere applicata una forza tirante orizzontalmente per formare equilibrio alle resistenze sopra descritte.

La posizione del centro di gravità delle resistenze varierebbe, allorchè fossero diversi i termini del calcolo; così cambiando la dimensione degli elementi dell'aratro, la profondità e la larghezza dei lavori, la tenacità della terra il suo peso ec., il centro di gravità resulterebbe immediatamente trasportato, o più a destra o più a manca, o più alto, o più basso. Diversi di questi termini rimangono fissi nel tempo dell'esecuzione del medesimo lavoro, ma la tenacità della terra è soggetta a variare da un momento all'altro. Così benchè possino esser prese delle misure molto precise per attaccare la forza al centro di gravità media dell'istrumento nel tempo del lavoro, non possono prevedersi tutte le variazioni che la disposizione degli strati del suolo, la presenza di pietre o di radici, indurrebbero nella tenacità. Occorre dunque l'impiego di mezzi permanenti e di mezzi transitorii per mantenere l'aratro nella sua direzione normale allorchè questi ostacoli variabili si presentano.

I mezzi permanenti di far variare il punto di applicazione della forza variano a seconda delle circostanze dell'istrumento e del terreno, e le variazioni che induce il complesso degli elementi che vi influiscono non sono nemmeno proporzionali a qualcheduna di queste cagioni. Occorre dunque spesso remuovere il punto di trazione tanto nel senso verticale che in quello orizzontale. Allorchè non sono poste d'accordo le condizioni del punto di trazione con quelle diverse dell'istrumento, esso procede obliquamente poichè le resistenze tendono continuamente a contrariare lo sforzo della potenza.

Se il timone dell' aratro Fig. 24 viene ad appoggiarsi sopra uno sterzo a ruote, allora modificasi la linea di trazione in altezza col mezzo di una semplice caviglia in ferro che ritiene la catena destinata ad attaccare l' avantreno al timone dell' aratro.

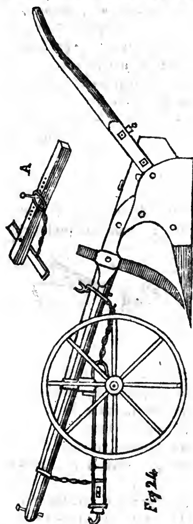
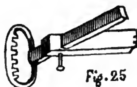


Fig 24

Questa caviglia indicata allo sviluppo *A*, fissata che sia più in addietro o in avanti nei fori dell'asse dello sterzo, serve ad avvicinare o ad allontanare lo sterzo stesso all'aratro, e per conseguenza ad aumentare o diminuire l'angolo di trazione. Diversi altri mezzi meccanici sono stati praticati per elevare, e scorrere a destra o a sinistra occorrendo, l'asse dell'aratro, ma l'esame e lo sviluppo di queste parti accessorie troppo ci allontanerebbe dalla nostra via, rigorosamente tracciata, e d'altronde è ben facile a chiunque di supplirvi a forma della specialità dei casi, ritenendo per massima fondamentale che i sistemi più solidi e meno complicati sono sempre da preferirsi nei congegni di uso agrario.

Per gli aratri senza lo sterzo a ruote, sono stati posti in pratica diversi regolatori semplicissimi, onde modificare la linea di trazione sia lateralmente sia di alto in basso. Il più usuale è quello che presentiamo.


Fig. 25

La barra orizzontale scorre a volontà in un foro quadrato posto all'estremità del timone per far così variare la direzione laterale della linea di trazione, all'estremità di questa barra è collocato a squadra un'anello ovale munito di vari denti per mezzo dei quali si attacca più alta o più bassa la catena di trazione.

Con questo mezzo, e con diversi altri che non è difficile di immaginare, il bifolco non tarda a cono-

scere dopo aver mosso l'aratro se il sistema di trazione è vizioso; esso vede se il tergo dell'istrumento punta troppo verso terra, e per conseguenza se la punta del vomero tende a sollevarsi e ricusa di mordere, lo che indica che il punto di attacco è troppo elevato; accorgesi se l'istrumento procede obliquo e tende a fare dei solchi più larghi del vomero; allora l'orecchio del riversatore agisce come cuneo sulla terra non distaccata, o se al contrario l'istrumento procede di traverso nel senso contrario così tendendo a formare dei solchi più larghi e delle fette poco nettamente rovesciate, per esserne impedita l'azione dalla punta posteriore del ceppo, nel tempo stesso che l'estremità del riversatore si sposta. In questi due casi, la forza di trazione aumenta sensibilmente con assoluta deperdizione di forza, e l'istrumento rimane esposto a rimanere danneggiato in qualcheduna delle sue parti.

I mezzi transitorii che concorrono a far variare i punti di applicazione della forza, dipendono dalle resistenze variabili di momento in momento causate dai cambiamenti che sopravvengono nella tenacità del suolo, e che altresì hanno origine dagli ostacoli che incontrano il vomero ed il coltro, causati dalle pietre e dalle radici che trovansi nel seno della terra; che queste modificazioni istantanee risentite in vario modo dai tre utensili elementari, cambiano il centro di resistenza, e per conseguenza il punto in cui deve farsi l'applicazione della forza; che così l'aratro meglio regolato, per lo stato medio del campo che vuolsi lavorare, trovasi ciò nonostante incessantemente spostato da queste accidentali variazioni. Vi sono due mezzi di provvedervi; il primo consiste nell'applicare per correttivo ai movimenti disordinati dell'aratro una forza

intelligente, che interviene secondo il bisogno per correggere ciò che il suo andamento avesse di troppo irregolare; il secondo consiste nella moltiplicità e nella solidarietà di più vomeri, di più coltri e di più riversatori, che procedendo di concerto, ed abbracciando una certa larghezza, trovano per conseguenza ostacoli diversi e delle compensazioni di resistenza che servono a mantenerli in una direzione media; il primo intento ottiensi col mezzo di due lunghe leve o manubri in legname, situate a tergo dell'armatura e che si elevano fino all'altezza dell'appoggio naturale dell'uomo, dando a questo il mezzo di gravitare sulla parte tergale dell'istrumento, allorchè la punta del vomero tende ad impenetrarsi, e di sollevare questa parte tergale, allorchè il vomero tende a sortire di terra, e di dirigerlo a destra o a manca secondo la tendenza istantanea che rilevasi nell'arnese a dirigersi in una direzione contraria. Queste leve o manubri, sporgono dal tergo dell'armatura circa due metri; gli aratri leggeri ne hanno sovente una sola, specialmente se destinati a lavorare una terra sottile ed omogenea; allora il lavoratore appoggiando la mano sinistra sul manubrio, adopra l'altra a tener le redini degli animali, che d'altronde sogliono essere docili, e naturalmente instradati nelle solcature che hanno rigato il suolo negli antecedenti lavori. Se fosse possibile applicare esattamente al centro di resistenza una forza traente in senso orizzontale preciso, non rimarrebbe altro da dirsi relativamente al soggetto di che trattasi. È stata sperimentata la trazione dell'aratro col mezzo di una corda a verricello, ma la deperdizione di forze che ne resulta, ed il maggior tempo che occorre per eseguire un dato lavoro, hanno impedito che tal sistema potesse addivenire di comune uso; questi svantaggi

incontransi sempre, allorchè fassi uso di macchine che servono di lontani intermediari fra la forza e la resistenza.

Ordinariamente il punto di partenza della forza, è dal petto del cavallo, o dalla nuca del bove, cosicchè trovasi più alto del punto della resistenza, che molto non si eleva dal solco che scavasi; ne consegue che la direzione della forza procede in senso obliquo, e produce una decomposizione della sua potenza; inoltre una parte di questa forza è dispersa nel sollevare l' aratro. Così supponghiamo che la forza necessaria per sormontare la resistenza C sia eguale a 4; se la forza in luogo di agire nella direzione orizzontale $C\,D$ agisce in una direzione obliqua $A\,C$ formando un' angolo di 15 gradi con la linea orizzontale $C\,D$, troveremo costruendo il parallelogrammo delle forze, che una parte di essa forza, eguale ad $A\,D$ è impiegata a sollevare l' aratro, mentre che un' altra forza eguale a $C\,D$ è impiegata a farlo avanzare. Bisogna dunque fare $D\,C = 4$, e per trovare il valore di $A\,C$, avremo:

$$A\,C = \frac{R \times D\,C}{\cos.\ 15^{\circ}}.$$

Ed in questo caso:

$$A\,C = \frac{R \times 4}{\cos.\,15^{\circ}} = 4{,}62\,.$$

Non è dunque più 4 di forza, ma 4,62 che deve essere applicata al punto C sotto l' angolo di gradi 15 per sormontare la resistenza di 4 nella direzione orizzontale; occorre cioè un' eccesso di forza di un settimo circa; il bove sopporta inoltre sulla nuca un peso rappresentato da $A\,D$ che ottiensi con la seguente formula:

$$\frac{A\,D = \text{sen.}\ C \times E\,C}{\text{sen.}\ A}.$$

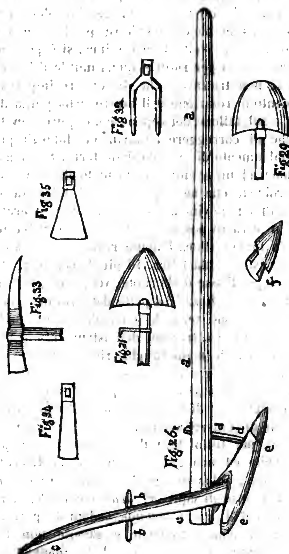
Nel caso sopra indicato, resulta $AD = 1,07$; quindi il bove sopporta altresì un peso verticale eguale al quarto circa della forza necessaria per la trazione. Il maggior danno non consiste nell'aumento di forza che esigesi dal motore, ma deriva dal fatto che la decomposizione di queste forze ha luogo sulla nuca dell'animale, esercitandovi un'equivalente gravitazione, parte della quale ha luogo d'alto in basso, mentre l'animale deve allo stesso tempo esercitare la trazione dell'istrumento, più l'angolo di trazione è aperto, più esso si allontana dall'orizzontale, e più questo effetto diviene sensibile.

Abbiamo supposto superiormente, che l'aratro continuasse a mantenersi in posizione orizzontale; ma essendo esso formato di due pezzi inflessibili, l'armatura ed il timone, riuniti sotto un'angolo; la forza essendo attaccata all'estremità del timone, e la resistenza all'estremità del ceppo o armatura, ecco ciò che deve succedere. Secondo i principii di meccanica, la forza trasmettesi in linea retta alla resistenza, e quando essa incontra un'angolo nel suo cammino, imprime allora al sistema un movimento di rotazione, finchè la rettilineità venga ristabilita; se il sistema è inflessibile e non obbedisce al movimento di rotazione, la forza si decompone in addietro dell'angolo, tendendo ad alzare o la punta o il tergo del vomero, secondo il diverso valore degli angoli che sconcertano la direzione rettilinea della forza, nella direzione obliqua in cui ha luogo l'effetto della trazione.

Per rimediare a tale inconveniente, si è procurato di applicare la forza dell'uomo all'estremità dei manubri, lo che produce un'efficace ed istantaneo contrasto alla forza che tende a spostare l'aratro, e restituisce l'equilibrio che lo mantiene in posizione nor-

male. Però come è facile avvedersi, un tale uffizio, rigetta sull' uomo una parte della fatica di cui credevasi esonerato in virtù dell' impiego dell' arnese e degli animali. Su tal riflesso, non si è tardato a ricorrere ad altri mezzi onde evitare questa cooperazione dell' uomo spesse volte faticosissima; si è pensato che per diminuire o per ridurre quasi inutile il lavoro dell' uomo, non trattavasi che di rendere impossibile il movimento di rotazione dell' aratro sulla punta del vomero, o sul tallone del ceppo, come pure non trattavasi che di correggere i movimenti laterali prodotti dal cambiamento di tenacità delle terre. Se si attacchi il timone ad un' avantreno, formato da una sala con ruote robuste che ne impedischino l' abbassamento, e ne regolino i movimenti laterali, allora l' aratro rimane in terra in posizione orizzontale e nella direzione della forza; allora l' uomo rimane esonerato dalla maggior parte della fatica. Di più le catene di attacco, passando per l' asse delle ruote, vengono presso a poco a resultare all' altezza del petto del cavallo, e con piccola inclinazione verso la nuca del bove, quale può allora esercitare la trazione dell' istrumento quasi orizzontalmente, di maniera che rimane eliminata una gran parte della gravitazione che l' animale sopportava con la nuca d' alto in basso; per questo si è riconosciuto opportuno di accordare la preferenza all' aratro composto di vomero, coltro, riversatore, ed avantreno a ruote, per tutto dove il suolo possiede una certa omogeneità ed una giacitura uniforme. L' aratro sopraindicato, abbia o non abbia l' avantreno, chiameremo a scanso di equivoci *aratro vangatore*, per distinguerlo dall' *aratro comune*, adoprato pertutto ove un terreno tenace ineguale e sassoso non permette che l' impiego di un' arnese della maggior sempli-

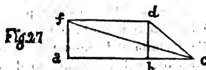
cità possibile, per remuovere lo strato superiore dei campi.



Quest' aratro comune, è formato da un robusto timone terminato a tergo da un ceppo di legname che serve di cerniera al vomero formato a saetta, ed avente la costola alquanto sollevata dalla parte superiore; da tergo vi è la leva o manubrio per regolarne l' andamento, e l' estremità del timone vien congiunta al giogo in modo scorrevole, per mezzo di una campanella di ferro e di una caviglia che si interna nei fori del giogo stesso. I villici nelle parti montagnose della Toscana, chiamano: *a*, la stanga; *b*, la manicciola; *c*, la stegola; *d*, il profine; *e*, il dentale; *f*, il bombero o vomero. Facilmente rileverassi che questo sistema di cose, per quanto semplicissimo, va soggetto alla maggior parte degli inconvenienti già segnalati, ma d' altro lato deve riflettersi, che formando il vomero di tenui dimensioni ed impiegando dei robusti bovi traenti l' aratro secondo gli istradamenti e le modificazioni operate dal bifolco per mezzo delle leve situate a tergo, venghiamo a modificare in gran parte i difetti allegati, ed ottiensi dal complesso di questi mezzi, per le terre sopra indicate, un lavoro che difficilmente potrebbe in altro modo ottenersi equivalente, tanto per il tempo e le forze impiegate, che per l' effetto prodotto.

Ritornando a parlare dell' aratro vangatore, rifletteremo che con l' applicazione dell' avantreno, ottiensi sicuramente un minor bisogno di sforzi dal bifolco destinato a dirigere i manubri. Gli animali sono sgravati di gran parte della pressione dall' alto in basso di cui rimanevano gravati, ma per tutto questo non rimane modificata la perdita di forza derivante dall' effetto della trazione angolare; supponendo che la nuca del bove o il punto di partenza della forza sia in *f*, il centro di resistenza in *c*, la direzione della trazione, dovreb-

be essere *a c*, e la parte della forza che agisce verticalmente è eguale ad *f a*.



La medesima forza essendo trasportata in *d*, sulla sala dell'avantreno, che supponghiamo stabilita all'altezza della nuca del bove, la parte della forza che agisce verticalmente, vien rappresentata da *b d*, che è eguale ad *f a*. La decomposizione delle forze che ha luogo sull'avantreno, è dunque la medesima di quella che si farebbe sulla nuca dell'animale siccome è già stato avvertito. Peraltro bisogna rimarcare che avvi pure da porre in conto l'attrito delle ruote che sopportano la gravitazione d'alto in basso, di cui è rimasto esonerato l'animale; quando queste ruote siano di un sufficiente diametro, onde avere la sala che le unisce nel medesimo piano orizzontale con la nuca dei bovi, e che l'avantreno sia costruito con sufficiente perfezione, allora lo sforzo di trazione che le competerà, sarà dai 5 agli 8 centesimi del suo peso, da considerarsi in aumento allo sforzo di trazione dell'aratro, ferme stanti tutte le altre circostanze come sopra analizzate. Ma ciò che tende ad aumentare la resistenza, si è l'inflessibilità dell'aratro; se questo è contenuto sull'avantreno con dei legami tenaci, esso non può più deviare nè esser cedevole all'incontro degli ostacoli; bisogna necessariamente che li vinca. Ottiensi dunque un lavoro più regolare, ma con un'impiego di forze più irregolare, e qualche volta incontransi degli ostacoli tanto potenti da dar luogo a degli sforzi

dannosi per gli animali, e a delle stratte pregiudicevoli all'istrumento ed alla regolarità dei lavori. Per questo, si pratica di lasciare un certo gioco di movimento, al timone, fissandolo alla sala delle ruote, col mezzo di un piccol tratto di catena; e di riservare altresì l'azione della forza intelligente del bifolco, facendolo reagire ai momenti opportuni sulle leve o manubri collocati pure in questo caso a tergo dell'istrumento.

Relativamente all'impiego in pratica dei polivomeri, composti di tre o quattro aratri vangatori combinati e riuniti in un solo istrumento, può dirsi brevemente, che fra molte obiezioni che potrebbero elevarsi contro la opportunità del loro uso, quella della complicanza inseparabile da questo genere di macchine, ha fatto sì che esse sono rimaste allo stato di modelli destinati ad abbellire le serie immense degli istrumenti progettati in servizio dell'agricoltura.

La teoria che abbiamo sviluppata relativamente all'impiego degli aratri-vangatori, è troppo importante per non meritare di esser confermata con i risultati di accurate esperienze. Quindi presentiamo quelli ottenuti dal Conte De Gasparin, con le prove pratiche, sottoposte a calcolo applicandovi le formule già mentovate, e questi poniamo a confronto con i risultati delle esperienze che Morin, aveva rilevate col mezzo del dinamometro. Esse ebbero luogo a Metz con l'aratro-vangatore del paese, e con quello di Dombasle, operando sopra terre leggiere, nelle quali impenetravasi la vanga dinamometrica metri 0,060; sopra terre di tenacità media, 0,050; sopra terre forti, 0,030.

I.ma Esperienza. — Tenacità 0,060: lavoro, largo metri 0,280; profondo metri 0,160; impenetrazione del coltro, metri 0,150; peso dell'arnese, kilog. 60;

peso di un metro cubo di terra, kilog. 1200; lunghezza del riversatore, metri 0,320; numero dei cavalli 4.

Azione del vomero; $\frac{2,75 \times 280}{60 \times 150}$ kilogrammi 85,50

Azione del coltro; $\frac{2,75 \times 160}{60 \times 150} =$ . . . 48,80

Azione del riversatore; peso verticale; $(0,320 \times 0,160 \times 0,280) \times 1200 \times \cos. 31.^\circ =$ 14,70

Attrito del riversatore, kilog. $17,2 \times 0,61$. 10,50

Attrito del peso dell'aratro, kilog. $60 \times 0,61$ 37,00

Totale, kilogrammi 196,50.

I kilogrammi 196,50 sono rappresentati per lo sforzo di ogni cavallo, da kilogrammetri 47,25 con una velocità di metri 1,04 a secondo. Morin otteneva kilogrammi 189; la piccola differenza non dà luogo che alla certezza di un'approssimazione abbastanza vicina a dei risultati medi.

II.da Esperienza. — Tenacità 0,050; simili tutte le altre condizioni.

Azione del vomero; kilogrammi . .	103,60
Idem del coltro	59,50
Idem del riversatore	14,70
Attrito del riversatore	10,50
Idem dell'aratro	37,00
Totale kilog.	225,30.

Morin otteneva kilogrammi 209 ossivvero, per lo sforzo di ogni cavallo, kilogrammetri 50,25 con una velocità di metri 1,44 a secondo.

III.ª Esperienza. — Tenacità 0,030; simili tutte le altre condizioni.

Azione del vomero; kilogrammi . .	168,00
Idem del coltro	96,00
Idem del riversatore	14,70
Attrito del riversatore	10,50
Idem dell'aratro	37,00
	326,20.

Morin otteneva kilogrammi 297,64 ossivvero, per lo sforzo di ogni cavallo kilogrammetri 90,75 con una velocità di metri 0,82 a minuto secondo. Allorchè si tratti di eseguire degli scassi o dei lavori profondi, bisognerà aumentare la forza di trazione, e diminuire la larghezza del vomero, accrescendo la robustezza di questo, e degli altri utensili che funzionano di concerto. Ecco un'esperienza che conviene alla circostanza presa in osservazione.

Tenacità alla superficie metri 0,048; nel fondo 0,032; media 0,040; lavoro, largo metri 0,20; profondo metri 0,45; impenetrazione del coltro, metri 0,150; peso dell'arnese, kilog. 100; peso di un metro cubo di terra kilog. 1200; lunghezza del riversatore, metri 0,450; numero dei cavalli, 6.

Azione del vomero; kilogrammi . .	91,66
Idem del coltro	206,25
Idem del riversatore	38,20
Attrito del riversatore	23,30
Idem dell'aratro	61,00
	420,41.

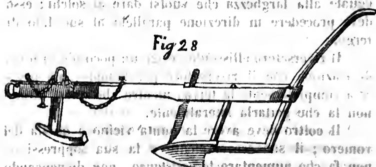
Il peso del corpo dell'aratro può esser minorato costruendolo in ferro.

Non riesce bene il sistema di passare due volte nella medesima lista con un aratro vangatore comune, specialmente perchè, nella seconda aratura, la terra non può essere sollevata dal riversatore fino alla superficie del suolo, e quindi ricade nel solco, da cui bisognerebbe estrarla con la pala a mano. Notisi che il secondo lavoro riesce ordinariamente meno profondo del primo, essendo maggiore la tenacità del suolo.

Modernamente un' istrumento venne immaginato per ovviare l'avvertito inconveniente; la difficoltà era di condurre la fetta della terra staccata dal fondo con il secondo passaggio del vomero all'altezza delle zolle precedentemente versate, prima di riversare questa fetta sopra le medesime. Nell'aratro-vangatore di Bonnet il vomero è seguito da un piano cicloïdale inclinato montante, che eleva la fetta, senza che essa si rovesci fino a che non è giunta alla voluta altezza; al punto opportuno il riversatore prende la forma elissoïde dei riversatori ordinari, e rovescia la terra sulla fetta precedentemente gettata. Così la terra del fondo del solco è condotta in alto, senza aver pressato lateralmente, e senza esigere altro sforzo, in aumento di quello ordinario, che il peso e lo attrito della fetta sollevata dal fondo. Quindi la forza occorrente tanto nel primo che nel secondo lavoro essendo quasi eguale, potrassi per esempio con due bovi ed un piccolo aratro formato nella guisa antedetta, ottenere un lavoro tanto profondo, quanto sarebbe potuto ottenersi impiegando un grosso aratro-vangatore tirato da una forza equivalente a quella di 6 cavalli robusti; soltanto il tempo impiegato in un dato lavoro sarà quasi

doppio; ma nei poderi non soverchiamente vasti e specialmente nel sistema colonico, mentre interessa molto di potere eseguire degli scassi profondi, e di eseguirli con l'impiego di una limitata forza animale, non assume del pari una grande importanza il riflesso che per questi lavori occorra una quantità maggiore di tempo.

Termineremo i nostri esami relativi agli aratri, riportando con la Fig. 28, quello che chiamasi aratro *da sottosuolo*.



Allorchè vogliono ottenersi dei lavori profondi in terreni tenaci, e che non mirasi a ricondurre la terra del fondo dei solchi alla superficie superiore, può adottarsi utilmente l'indicato aratro; questo tranne il timone, è tutto costruito di ferro, ed impiegasi facendolo agire nei solchi già aperti precedentemente da un'aratro comune, o da un'aratro-vangatore ordinario.

§. III. Riepilogo generale delle condizioni necessarie per la conformazione di un buono aratro-vangatore.

L'equipaggio dell'aratro che esige il meno di forza di trazione, ed il minore incomodo per gli ani-

mali, è quello che è fornito dell'avantreno con ruote elevate, il cui raggio corrisponda possibilmente con l'altezza delle tirelle dei cavalli, o con quella del giogo dei bovi; vien di seguito l'aratro senza avantreno; in terzo luogo, l'aratro con avantreno a ruote basse, quale richiede maggior forza di trazione per parte degli animali, sebbene riesca più comodo per l'uomo che regola i manubri posti a tergo del ceppo.

Il riversatore deve avere uno sviluppo in larghezza eguale alla larghezza del vomero. Questo deve essere eguale alla larghezza che vuolsi dare ai solchi; esso deve procedere in direzione parallela al suo lato di tergo.

Il riversatore ellissoïde, esige un poco più di forza di trazione che il riversatore paraboloïde, ma rovescia completamente la terra, mentre che quest'ultimo non fa che gettarla lateralmente.

Il coltro deve avere la punta vicino a quella del vomero; il suo scorciamento o la sua soppressione non fa che aumentare le resistenze, non dispensando di considerarlo nel calcolo di queste, siccome esistente in tutta la sua integrità. La direzione della parte tagliente del coltro, deve essere esattamente a squadra con il lato di tergo del vomero.

Deve procurarsi di alleggerire quanto è possibile il peso dell'intero aratro-vangatore, conservandole peraltro la necessaria solidità.

L'impiego del regolatore nell'aratro senza avantreno, e la posizione sulla sala delle ruote in quello, devono aver lo scopo di mantenere la direzione dell'istrumento, nella linea perpendicolare con il lato di tergo del vomero, e di diminuire la forza di trazione, ravvicinando la sua linea direttrice al punto centrale delle resistenze.

La resistenza del coltro, isolatamente considerato è in rapporto diretto, con la profondità alla quale esso penetra nel suolo.

La resistenza complessiva dell'aratro-vangatore, astrazion facendo dal peso dell'istrumento in due terreni della stessa tenacità, è in rapporto diretto con la larghezza e profondità del lavoro, o altrimenti con l'area del rettangolo avente per lato orizzontale la larghezza del vomero e per lato verticale la parte del coltro che penetra nel terreno, allorchè esso giunge con la punta in prossimità di quella del vomero.

SEZIONE VI. — Istrumenti destinati a remuovere la terra con un'azione discontinua in prismi, motte zolle ec.

Gli animali non possono essere impiegati che per un'azione continua, che agisca nella medesima direzione, e per conseguenza non possono distaccare che fette continue di terra. Gli uomini possiedono in comparazione degli animali una piccola forza di trazione; e questa non puossi applicare vantaggiosamente a lavorare la terra, sennonchè facendo ad essi produrre un lavoro più perfetto, e del quale gli animali sarebbero incapaci; gli uomini dividono la terra in zolle in vece di dividerla in fette. Così rimane esposta una maggior superficie di suolo alle influenze dell'aria, ed ottengonsi dei risultati intrinsecamente più utili. Un terreno vangato è molto meglio preparato per la produzione che un terreno arato.

Si è applicata la forza dell'uomo al lavoro della terra in due maniere; 1.° impiegando il suo peso per impenetrare la vanga nel suolo, 2.° impiegando la forza del suo braccio per staccare la zolla, rivoltarla

e gettarla avanti a sè. Si è impiegata altresì unicamente la forza del suo braccio per sollevare degli istrumenti pesanti, imprimerle una gran velocità, distaccare la zolla della terra, rovesciarla e gittarla avanti a sè con un movimento di trazione in addietro; questi sono la marra ed il bidente. Tali sono le due grandi divisioni degli utensili impiegati dall'uomo nella cultura, e che noi anderemo esaminando successivamente.

§. I. Della pala.

La pala non è che una modificazione della vanga; essa è destinata a penetrare nei terreni già dissodati o naturalmente mobili (Fig. 29.). Si è assegnato delle forme molto diverse a questo istrumento, come a tutti gli altri messi in azione con la forza dell'uomo, noi ci limiteremo a delineare quelli più in uso, osservando in generale che rendesi necessario che tutti sieno forniti della solidità necessaria, relativamente alla tenacità delle terre per le quali devono essere impiegati. Tutti sono formati in ferro per la parte che deve immediatamente reagire nel terreno, ed in legno per il fusto o manico, che formasi più o meno robusto, più o meno lungo, secondo la forza che l'utensile di ferro che le è unito deve esercitare; la pala ha generalmente un manico lungo e sottile, lo zappone lo ha corto e massiccio.

Nell'uso della pala, l'operaio avendo afferrato il manico a due mani, spinge il tagliente dell'utensile obliquamente avanti a sè, facendolo penetrare nel suolo; solleva allora la massa della terra che carica l'utensile servendosi spesso del ginocchio come punto di appoggio e la depone o la slancia nel punto pre-

scelto sia per ammonticchiarla, sia per depositarla nel carrettone da trasporto. Se la terra è troppo tenace per essere remossa con l'azione della pala allora occorre dislegarla con la vanga o con la zappa, e quindi sollevarla con la pala; altresì se l'altezza o la distanza a cui occorre far pervenire la terra è maggiore di quanto può ottenersi con l'impulsione di slancio, bisogna allora eseguirne il trasporto in due volte; l'azione prende in questo caso il nome di lavoro a due a tre uomini; se poi questa distanza è molto grande, bisogna adottare i mezzi di trasporto di che sarà parlato in appresso.

Il lavoro occorrente per spingere la pala obliquamente in avanti, e per far variare di posto la terra, si valuta col mezzo delle formule indicate per l'azione del coltro; in generale l'operaio carica la pala in proporzione dell'altezza o della distanza alla quale deve slanciare la terra.

Supponghiamo frattanto che la terra disgregata pesi 1200 kilogrammi il metro cubo; il manuale che in una giornata ne remuove metri cubi 15,38 per elevarla ad un metro di altezza, solleverà dunque 18456 kilog. di terra; se osserviamo la sua azione successiva, troveremo che carica la pala con kilog. 2,7 di terra, che l'istrumento pesa da per sè circa kilog. 1,5 cosicchè il peso sollevato è in realtà di kilog. 4,2.

Il numero delle palate di terra in una giornata di 10 ore, sarà dunque il quoziente di 18456 kilogrammi per kilog. 2,7 o palate numero 6835 che si succederanno a minuti secondi 5,26 di intervallo. Allorchè la terra sarà sufficientemente disgregata, avrà una tenacità di metri 0,125 lo che ci darà kilog. 2,9 di sforzo per l'impenetramento di una pala larga

metri 0,220 impenetrantesi a metri 0,125. Così avremo per il lavoro meccanico totale:

Impenetramento di numero 6835 palate con uno sforzo per ognuna di kilogrammi 2,9 in tutto kilogrammi .	19821,50
Elevazione del detto numero di palate già cariche ad un metro di altezza, con uno sforzo per ciascuna di kilog. 4,2; pel totale	28707,00
Dal che, sforzo totale kilog. 7,1; lavoro meccanico totale kilog.	48528,50.

In generale per spalare la terra ed elevarla ad una altezza qualunque h, troverassi il peso P della terra elevata da un'uomo di media forza con la seguente formula:

$$4^k,2\, P \times h + 2^k,9\, P = 48528^k \times 2^k,7 = 131025.^k$$

Se nell'escavazione di una fossa il manuale non deve elevare la terra che a metri 0,60 di altezza avremo:

$$4{,}2p \times 0{,}60 + 2{,}9p; \text{o } 5{,}42p \times 131025, \text{e} p = \frac{131025}{5{,}42} = 24174.^k$$

e la terra pesando per supposizione kilog. 1200 il metro cubo, il suo lavoro sarà lo stesso di metri cubi 20,1; Dividendo il peso della terra per quello di ciascheduna palata di kilog. 2,7 vedremo che occorreranno 8953 palate, quali ci daranno:

Palate numero 8953 pesanti ciascheduna con il peso aggiunto dell'utensile kilog. 4,2 ed elevate a metri 0,60 danno un lavoro di kilogrammetri	22,561
Lo stesso numero di palate, esigenti ciascuna uno sforzo di kilog. 2,9 per essere caricate	25.964
Total lavoro meccanico; kilogrammetri . .	48,525.

Se poi la terra deve essere projettata a 2 metri di altezza avremo $4,2\,p \times 2 + 2,9\,p \times 131025$, dal che $p = 11595^k$; e la terra avendo sempre il peso di 1200 kilog. il metro cubo, darà un lavoro della giornata di metri cubi 9,6 prodotti da 4294 palate, quali esigono il seguente lavoro meccanico:

Palate numero 4294 pesanti ciascheduna con l'utensile, metri 4,2 ed elevate a metri 2, danno un lavoro di . . .	36070
Lo stesso numero di palate esigenti ciascheduna per esser caricate, uno sforzo di kilogrammi 2,9	12452
Total lavoro meccanico; kilogrammetri . .	48522.

La porzione del lavoro impiegato a sollevare la pala cresce sempre a misura che l'altezza del getto aumenta; quella del lavoro impiegato a caricare la pala decresce in proporzione dal suo lato.

La ruspa è in sostanza una gran pala concava che mettesi in movimento con l'aiuto della forza animale. Essa è armata di ferro nella parte anteriore, ed ha due rialti sui lati per ritegno della terra cari-

cata; dal lato che deve radere il suolo porta due forti anelli per attaccarvi la catena di trazione. L'operaio solleva, movendosi, i manubri tergali della ruspa; allora il lato sottile difeso dalla spiaggia di ferro, morde in terra. Quando la ruspa è caricata, allora il manuale la lascia nel suo stato naturale, e la fa trasportare dagli animali al punto dello scarico, quale effettua, sollevando molto i manubri tergali, e facendo così trabaltare la terra.


Fig. 80

Quest' istrumento può essere utile allorchè si tratta di trasportare della terra dall'alto in basso, ma dovendo impiegarlo in senso contrario, la resistenza diverrebbe così forte, da dissuaderne l'uso di fronte a quello dei carrettoni.

La terra da ruspare deve essere di natura sabbionosa, oppure già resa incoerente con la marra e distribuita in monticelli. La ruspa tratta dalla forza animale di un cavallo può avere metri 0,8 di larghezza; essa carica 64 kilogrammi di terra, e può così trasportarne un metro cubo in una diecina di viaggi.

§. II. Della vanga.

La vanga non agisce come la pala in una terra sciolta o resa mobile con i lavori; prima di sollevare

il peso della zolla di cui caricasi, bisogna che essa lo stacchi lateralmente e per disotto. La sua azione effettuasi col mezzo di tre operazioni diverse: 1.ª impenetrare la vanga; 2.ª staccare la zolla; 3.ª sollevarla e rivoltarla.

1.ª Per impenetrare la vanga, impiegasi il peso del corpo, di cui il centro di gravità è diretto sull' istrumento in due maniere: 1.ª mettendo il piede sulla staffa, e sollevando il peso del corpo sopra questo sol piede; allora se questo peso non è stato sufficiente per introdurre la vanga alla profondità necessaria, il vangatore imprime all' arnese un movimento in avanti ed in addietro, così comprimendo la terra e producendo un vuoto in addietro della vanga; questa trovasi allora libera da ogni attrito, viene spinta di nuovo, pressandola una o più volte, finchè sia pervenuta alla necessaria profondità. Non avvi in tutto ciò che dei movimenti d' oscillazione che producono effettivamente dello sforzo, ma che non si considerano come un lavoro meccanico; non puossi considerare come tale, che lo sforzo per sollevare la vanga e vibrarla in terra. La seconda maniera di pesare sulla vanga consiste nel dirigerla obliquamente alla superficie della terra, come nel movimento della pala, ma allontanandosi di più dall' orizzontale, e nel portare il peso del corpo sul manico, mantenendovelo con l' aiuto della coscia; anche questo sforzo non può essere ammesso come un lavoro meccanico.

2.ª Per distaccare la zolla dalle sue vicine, il vangatore servesi del manico dell' arnese come di una leva; esso avvicina le sue mani verso la parte superiore del manico, e pesa sul punto di leva. Il punto di appoggio trovasi al livello del suolo dietro l' istrumento, e la parte del manico che le è unito; così la zolla

è libera dai due lati ove sono già state tolte le zolle antecedenti, è isolata dal terzo lato mediante il taglio fatto dal ferro dell'istrumento, quindi essa non aderisce più che alla zolla che consegue dal quarto lato, ed allo strato inferiore del suolo, dai quali ritegni viene staccata con lo sforzo delle braccia, mandando addietro il manico e facendosi punto d'appoggio del ginocchio, allorchè la zolla da estrarsi presenta una resistenza alquanto forte.

3.ª Staccata la zolla, il vangatore la eleva ad una altezza che sorpassa un poco la cresta della zolla antecedentemente remossa, circa metri 0,05 al disopra del livello del suolo; esso rovescia in seguito la zolla, e la colloca accanto a quella precedentemente distaccata, in ordine alla direzione del lavoro che fassi stando sul terreno non dissodato, voltati verso la zolla che si distacca, depositandola nella fila antecedente e tirandosi indietro. Qui avvi positivamente un lavoro meccanico, analogo a quello del sollevamento di un peso. Se il lavoro non è destinato a ricevere le influenze dell'inverno, il vangatore finisce con dare alcuni colpi col tagliente della vanga sulla zolla già rovesciata per disgregarla.

Secondo le condizioni più comuni, la vanga ha il suo ferro lungo metri 0,32 largo metri 0,16; il suo manico terminato con un pomo ovoïde, è lungo metri 1,08 ed ha metri 0,13 di circonferenza. Esso è di legno di faggio, e pesa circa kilog. 3; il ferro è connesso fortemente con il manico, ed ha il tagliente acciajato. Fig. 31.

La tenacità maggiore della terra, obbliga il vangatore a reiterare più volte la manovra necessaria per allargare il solco della sua incisione, e ritarda l'opera senza però aumentare il lavoro, poichè è sempre il peso del corpo che serve a vincere la resistenza; in

una giornata, vi hanno meno zolle distaccate e per conseguenza un minor peso sollevato.

Per determinare il numero delle giornate che esigerà l'operazione di vangare un ettare di terreno, bisogna in primo luogo determinare il lavoro necessario per remuovere una zolla di terra.

1.° Il vangatore eleva l'arnese di metri 0,30 per vibrarlo in terra; non devesi dunque che moltiplicare il peso della vanga per 0,30 per avere il lavoro eseguito in questa operazione.

2.° Determinasi la tenacità del terreno, facendo cadere la vanga da un metro di altezza, sopra più punti del campo, e prendendo la media della profondità a cui perviene; chiamasi f questa profondità, f' la profondità che vuol conseguirsi nel lavoro, p il peso della vanga, r la resistenza da vincersi; così si ha,

$$r = \frac{P \times f'}{f}$$

questa resistenza sormontasi portando il corpo o una parte del corpo, sulla staffa della vanga ad un'altezza di metri 0,32; il peso del corpo essendo supposto h, dividesi la resistenza per questo peso, lo che ci da la quantità di questo peso da elevarsi per vincere la resistenza; in fine ottiensi il lavoro meccanico T moltiplicando questa quantità per il peso del corpo, moltiplicato per metri 0,32.

$$T = \frac{r}{h} \times h \times 0^{m},32$$

così sia $f = 0^{m},050$, $f' = 0^{m},250$, $P = 3,^{k}$ $h = 70,^{k}$ avremo:

$$r = \frac{3 \times 25}{50} = 15,^{k}$$

$$T = \frac{15}{70} \times 70 \times 0,32 = 4^{k},8$$

È dunque soltanto uno sforzo di kilog. 4,8 che l' uomo farà per sollevare una parte del suo corpo, sufficiente per impenetrare l' istrumento. Con una tenacità così debole, l' uomo non fa che pesare, che con il piede soltanto.

3.° Per rompere l' aderenza della zolla, con la sua vicina e con lo strato inferiore, cercasi l' area $a' + a''$ di queste due superfici aderenti; e conoscendo di già il valore di r, che è la resistenza opposta da un' altra di queste superfici a, che è quella che viene ad essere staccata dalla vanga, trovasi lo sforzo necessario per rompere l' aderenza delle altre due, con questa proporzione; $a : r :: a' + a'' : x$; dal che

$$x = \frac{(a' + a'') \times r}{a}$$

così la zolla avendo una base media di metri 0,12 sù 0,16 ed un'altezza di metri 0,25 otteughiamo $a = 0^{m},400$ quadrati; $a' = 0,^{m}300$; $a'' = 0^{m}192$; r essendo supposta di kilog. 15 abbiamo:

$$x = \frac{0,492 \times 15}{0,400} = 18^{k},45$$

frattanto i due bracci di leva, essendo nell' istrumento descritto, e con la detta profondità di lavoro, 108 e 12,5 abbiamo il valore del lavoro meccanico seguente

$$T = \frac{18,45 \times 12,5}{108} = 2^{k},135.$$

4.° Moltiplicasi il peso medio delle zolle per la metà della profondità del lavoro, più metri 0,05 che è l' altezza alla quale il centro di gravità della zolla deve essere elevato dal vangatore.

5.° Se la terra deve essere seminata immediatamente, l'operaio solleva la sua vanga un numero di volte eguale al doppio delle unità dei kilogrammi della resistenza per polverizzare la zolla. Questa azione che molto ritarda l'operazione, causa inoltre un lavoro meccanico che consiste nell'elevare il peso della vanga a metri 0,30 allorchè il lavoro deve passare l'inverno senza essere seminato, o se si hanno a disposizione le erse necessarie per polverizzare le zolle, allora suole omettersi questa ultima operazione.

Infine addizionando tutti questi parziali lavori ottiensi il lavoro totale che deve essere applicato a ciascheduna zolla di terra. Si dividono 88,000 kilog. rappresentanti il lavoro medio dell'operaio in una giornata per il lavoro di ciascheduna zolla, e così ottiensi il numero delle zolle; e se si moltiplica questo numero per la loro superficie superiore, ottiensi la superficie del campo lavorato in una giornata. In questo lavoro l'uomo che non produce che 48,000 kilog. nei lavori di sterro, produce quasi il doppio in questi di vangatura, perchè esso esercita successivamente più muscoli differenti, quelli delle gambe e quelli delle braccia. Questa cifra è quella data dall'esperienza nei lavori alla vanga, e la conformità dei resultati del calcolo con i fatti, non permette di revocare in dubbio, che il lavoro della vanga e quello della marra, sono quelli che più completamente degli altri impiegano le forze dell'uomo. Ecco i risultati di alcune esperienze praticate in proposito.

Esperienza I. — Vangatura di un terreno paludoso, avente $0^m,050$ di tenacità

1.° Sollevare la vanga per vibrarla nel suolo $3 \times 0,32$ . . . . $0^k,96$

2.° Sforzo per impenetrare la vanga $r = \dfrac{3 \times 250}{50}$

$= 15$, e $T = \dfrac{15}{70} \times 70 \times 0,32$ 4,80

3.° Rompere l'aderenza della zolla, con la terra; cioè

$x = \dfrac{492 \times 15}{460} = 16^k,04$ e $T' = \dfrac{16',04 \times 12,5}{108}$ 1,86

4.° Elevare la zolla di kilogrammi 6 di peso; $(0,125 + 0,05) \times 6$ 1,05

Totale . . 8,67.

Dividendo 88,000 kilog. per 8,37 troviamo che l'operaio rivolta in una giornata 10515 zolle, lavorando un'estensione di terreno eguale a metri quadrati 201,88. Un ettare esige da 44 a 52 giornate di lavoro, ammesse le circostanze sopra indicate, e secondo la robustezza ed attitudine dei vangatori.

Esperienza II. — Vangatura di un terreno avente metri 0,030 di tenacità.

1.° Sollevare la vanga per vibrarla nel suolo
$3 \times 0{,}32$ . . . . $0{,}^{k}96$

2.° Sforzo per impenetrare l'arnese $r = \frac{3 \times 250}{30}$

$= 25$, e $T = \frac{25}{70} \times 70 \times 0{,}32$ 8,00

3.° Rompere l'aderenza della zolla, con la terra; cioè

$x = \frac{492 \times 25}{400} = 30^{k}{,}75$ e $T'; = \frac{30{,}75 \times 12{,}5}{108}$ 3,56

4.° Elevare la zolla; $(0{,}125 + 0{,}05) \times 6$ . . 1,05

Totale . . 13,57.

Dividendo 88,000 kilog. per 13,57 troviamo che l'operaio rivolta in una giornata 6486 zolle, lavorando un'estensione di terreno eguale a metri quadrati 125,53; così per un'ettare occorrono giornate 80 circa.

Esperienza III. Vangatura a due puntate; tenacità della prima 0,050; della seconda 0,030; media 0,045.

Prima puntata; come all'Esperienza prima . . $8{,}^{k}67$
Seconda puntata; 1.° Sollevamento della vanga . 0, 96
2.° Sforzo per impenetrare l'arnese 8, 00
3.° Per rompere l'aderenza delle zolle 3, 55
4.° Per sollevare la zolla $(0{,}1125 + 0{,}1700) \times 6$. 1, 70

Totale . . 22,88.

Dividendo 88,000 per 22,88 troviamo che l'operaio rivolta in una giornata 3846 zolle; ma ciascuna di esse essendo di una doppia altezza, il terreno vangato non rappresenta che la superficie di 1923 zolle, ossia quella di metri quadrati 36,92; quindi per un'ettare occorreranno giornate 271 circa, volendo eseguire il divelto a tal profondità, che per altro raramente si cerca di conseguire nei terreni forti, se si eccettui il caso dello sradicamento della robbia.

Allorchè il vangatore in luogo di agire col peso del proprio corpo sulla vanga, la vibra un poco obliquamente e con vivacità, produce allora una forza viva che riesce più difficile di apprezzare. Le zolle che separa sono più tenui di quelle che abbiamo descritte, ma esse sono più numerose, perchè la sua azione è più rapida. Ma siccome, nella giornata, esso coltiva la stessa superficie che avrebbe coltivata col primo modo di azione, possiamo supporre che il lavoro meccanico prodotto sia il medesimo. Quindi o che il vangatore agisca per pressione o per impulsione, ne viene a resultare egualmente l'opera prodotta con il metodo che abbiamo decifrato nel paragrafo precedente. Abbiamo indicato precedentemente che la vanga più comune suole avere una larghezza di metri 0,16 ed una lunghezza di metri 0,32; questo arnese sùbisce una quantità di modificazioni inerenti alla natura dei terreni ed alle locali circostanze, fino ad assumere le proporzioni di metri 0,14 di larghezza sopra metri 0,49 di lunghezza siccome praticasi in alcuni luoghi per i terreni umidi e fangosi. Se si volesse impiegare un'utensile così formato per i terreni tenaci verrebbeli a mancare allora la necessaria solidità e resistenza, e l'arnese anderebbe soggetto facilmente a piegarsi, in specie nello sforzo di staccare e sollevare la zolla della terra.

§. IV. Del Bidente.

Allorchè un corpo come una barra di ferro, cade sul suolo da una certa altezza, lo comprime e vi si impenetra di una certa quantità. Se esaminasi ciò che è succeduto in questa azione, si trova che non solamente la terra è stata calcata di alto in basso, ma che lo è stata ancora sui lati, lo che è reso evidente dallo sgonfiamento che producesi intorno della cavità che si è formata come dalla maggior compressione della terra che è prossima a questa cavità. Questo lavoro riesce più facile e prova minori resistenze, inquantochè ha luogo successivamente, ciò che succede allorquando il corpo cadente è terminato a punta. Altresì a misura che il corpo offre una superficie continua, più esso aumenta la resistenza e meno impenetrasi nel suolo. Succede inoltre, che il suolo non essendo omogeneo ma racchiudendo sempre delle particelle più grosse, come le agglomerazioni tenaci ed i sassi, queste particelle non possono scansarsi sui lati se vengono percosse perpendicolarmente sul loro centro di gravità; ora la resistenza del terreno dal basso in alto è molto maggiore di quella che presentasi lateralmente, poichè abbiamo veduto che la terra rimonta verso i bordi della cavità per formarvi uno sgonfiamento, e che in questa azione essa deve soltanto vincere la gravità, e non già la forza di coesione delle parti circondanti che deve dislocare. Tale è la causa per la quale sebbene il bidente Fig. 32 presenti maggior superficie che il tagliente della vanga, i suoi denti terminati a punta penetrano più profondamente di quella.

Abbiamo fatto cadere da un metro di altezza una barra di ferro quadrata avente metri 0,097 di circonferenza e metri quadrati 0,078 di superficie, pesante kilogrammi 8,84

Essa si è impenetrata di metri 0,170

Una forca di ferro a 3 punte pesante kilogrammi 3, ed avente ognuna di esse metri 0,040 di perimetro, ha penetrato 0,120

Una vanga di 3 kilogrammi, avente metri quadrati 0,016 di superficie del tagliente. . . 0,070

Secondo le condizioni di peso e di superficie, essendosi la barra impenetrata di 0,170

La forca avrebbe dovuto impenetrarsi di . 0,115

E la vanga di 0,088

La forca che era appuntata, si è impenetrata di metri 0,120; la vanga che era tagliente, ma di cui la superficie era continua impenetravasi di metri 0,070. Avvi dunque vantaggio a servirsi di istrumenti taglienti ed acuti quanto è possibile, allorchè trattasi di penetrare nel terreno. Per questo si preferisce l' impiego del bidente invece della vanga nei due seguenti casi, 1.° allorchè il terreno è molto compatto: allora il bidente avendo penetrato alla voluta profondità benchè ciò non sia che per mezzo di denti separati l' uno dall' altro, l' azione di leva, avendo per scopo di distaccare la zolla, fassi sentire sù tutto l' intervallo che separa i denti, a causa dell' aderenza delle particelle di terra, le une con le altre. Ma dopo avere distaccata la zolla, sarebbe più difficile di sollevarla sul bidente senza che rimanesse fratturata; ciò può farsi soltanto trattandosi di argille tenaci, ma soventemente l' operaio si limita a depositarla giacente presso il punto dove è stata staccata. L' operaio nell' eseguire questo

lavoro, tanto nel primo che nel secondo modo, stà sul terreno remosso, guardando quello da dissodare, e dà di leva alla zolla, dopo averla separata coll' arnese dal terreno che deve essere dissodato. Questo lavoro meccanico si valuta, moltiplicando il peso della zolla per la metà della larghezza della sua base, e dividendo il prodotto per la sua altezza; lasciasi in seguito alle meteore la cura di polverizzare le zolle, oppure allorchè il lavoro non deve sopportare il freddo dell' inverno, vengono spezzate le zolle con l' occhio del bidente. 2.° Impiegasi altresì il bidente nei terreni sassosi, nei quali l' introduzione della vanga resulterebbe malagevole; in questi, il bidente scansa facilmente gli ostacoli, remuove la terra che bene spesso non è molto tenace, e serve altresì per raccattare con la sua parte curva i sassi maggiori, e per gettarli in mucchi quali poi si trasportano altrove con il carro, nettando in tal modo il suolo dai medesimi. Ecco un' esampio relativo al lavoro effettuabile con il bidente.

Esperienza — Terreno di metri 0,030 di tenacità per la vanga, ridotto a metri 0,039 per il bidente, (cioè come 88 : 115 secondo il rapporto di proporzione stabilito indietro) profondità del lavoro, metri 0,25; il bidente pesa kilog. 3:

1.° Sollevamento del bidente per internarlo kilog. 0,96

2.° Sforzo per internare l'arnese $\frac{3^k \times 250}{39} = 19,23$

e $T = \frac{19,23}{70} \times 70 \times 0,32$ 6,15

3.° Rottura dell' aderenza della zolla, $x = \frac{492 \times 25}{400}$

$= 30,75$ e $T \frac{30,75 \times 12,5}{108}$ (qui impiegasi la tenacità rilevata per la vanga, e non una tenacità ridotta per il bidente) 3,56

4.° Rovesciamento della zolla, pesante kilog. 6; lunga metri 0,12; alta metri 0,25 dal che abbiamo $\frac{6 \times 0,06}{0,125}$ 0,29

10,96

in luogo di kilog. 13,57 che esige il lavoro con la vanga di una terra di consimile tenacità.

§. V. Del piccone della zappa e della marra.

Abbiamo veduto in addietro trattando del vomero che la sua azione consiste nel fendere la terra orizzontalmente, e con un movimento continuo, nella direzione del richiamo della forza. Gli istrumenti di cui dobbiamo occuparci, agiscono per il movimento di ascensione e di abbassamento delle braccia, eseguìto dal lavoratore che guarda come nel lavoro del bidente il terreno sodo, stando sù quello remosso, ed avanzandosi a misura che il lavoro progredisce. Nelle terre tenaci, tufacee, sassose, adoprasi il piccone, Fig. 33.

in quelle tenaci ma non coagulate, si fa uso della zappa Fig. 34. ed in quelle di mediocre tenacità, e nelle ingerenze della spellicciatura dei prati della sarchiatura delle piante, ec. ponesi in uso la marra Fig. 35. La forma e le dimensioni di questi istrumenti, varia secondo i paesi, secondo la natura del lavoro da eseguirsi e secondo la gagliardia dei lavoratori a cui si destinano. L'operazione delle sarchiature e delle costeggiature dei terreni solcati con l'aratro, richiede una diligenza piuttosto che una fatica; tali operazioni occupano il tempo senza impiegare le forze; spesso fannosi dai ragazzi e dalle donne; le raschiature e le spellicciature dei prati, fatte con la marra esigono una maggior forza delle sarchiature, ma non richiedono un'impiego completo della forza dell'uomo. La cosa passa altrimenti allorchè trattasi di aprire la terra ad una profondità simile a quella della vanga, siccome fassi spesso con la zappa, o di forare il terreno indurito col mezzo del piccone. In questi lavori la forza viva è sostituita a quella che la vanga esercita per mezzo della pressione. L'uomo in essi solleva vivamente l'utensile al di sopra della sua testa e lo fa ricadere sulla terra imprimendole una gran velocità. Sopra un terreno di ordinaria tenacità, di quelli in cui può adoprarsi la vanga, l'operaio lavora in un giorno un'estensione di suolo presso a poco eguale a quella che potrebbe vangare. Così senza entrare nella difficile analisi della forza impiegata, puossi congetturare che essa è eguale a quella che necessita l'impiego della vanga. Quindi allorquando vorrassi valutare il lavoro che può ottenersi con gli utensili indicati, potremo servirci delle formule stabilite per l'azione della vanga, e così otterremo la approssimata valutazione dei lavori eseguiti col mezzo della zappa e del piccone.

Il lavoro della zappa e del piccone non ha la medesima perfezione di quello che ottiensi con la vanga; la terra resulta dislocata ma non rivoltata per poter godere i benefizi delle meteore.

In quanto alle sarchiature che fannosi con la marra, devesi notare, che il tempo che vi si impiega più dipende dalla qualità e difficoltà dei diversi lavori, che dalla forza che relativamente vi si impiega. Queste difficoltà attengono alla disposizione delle piante da sarchiarsi, alla difficoltà di lavorare gli intervalli senza danneggiare i vegetabili coltivati, alle cure occorrenti per nettare il suolo dalle erbe avventizie, ec.

SEZIONE VII. — Istrumenti destinati a disgregare le zolle, tritutare pressare e spianare il suolo.

Le operazioni fin qui descritte hanno per scopo di sollevare delle fette o delle zolle di terra che rendono la superficie del terreno ineguale, formandovi una quantità di vuoti e di interstizi, nei quali l'aria può agevolmente penetrare. Ma le semenze che vi si gettassero rimarrebbero affogate ed incapaci con i loro germogli a sormontare la terra sopra di loro irregolarmente collocata. Quindi prima di procedere alla sementa, bisogna fare sparire questi vuoti inegualmente repartiti, stritolando il terreno e restitnendolo in una massa omogenea regolare ed uniforme.

Un tal lavoro, allorchè trattasi di non vaste estensioni, suol farsi a mano d'uomo, impiegando un maglio di legname proporzionato alla forza dell'operaio, possono darsi circa 30 colpi di maglio per minuto; se le zolle abbisognano per essere spezzate, di dne colpi per ognuna, l'operaio in una giornata di ore otto ne stritolerà 7200. All'azione del maglio fassi seguire

quella del rastrello per completare la regolizzazione del terreno. Queste diligenze non possono trascurarsi che a carico dei resultati della produzione.

Per i lati campi, ed allorchè può impiegarsi la forza animale, si sostituisce la pressione alla percussione, per distruggere la coesione delle zolle ed anche per abbassare il terreno che fosse stato sollevato dalle gelate, o che fosse per natura troppo poroso e leggiero. Questa pressione operasi per mezzo di un cilindro in legname, fissato in un' armatura e girante sul proprio asse, che suol'essere lungo metri 2, con un diametro di metri 0,25 e del peso di circa kilog. 80. Quando fosse necessario per superare la tenacità delle zolle, di impiegare un cilindro molto pesante, varrà meglio, per i terreni tenaci di eseguire il lavoro a braccia con il maglio, perchè una forte compressione artificiale non servirebbe che ad aumentarne la già soverchia tenacità a danno delle semente e della vegetazione.

Si è procurato di ovviare in parte al detto inconveniente, adottando per pressare le zolle dei terreni tenaci, il cilindro armato alla sua superficie da una continuità di punte di ferro, oppure da una serie di anelli pure di ferro, paralleli fra loro conformati in modo da presentare verso la terra altrettanti angoli acuti. Dopo il passaggio di questi cilindri le zolle appariscono qualche volta ancora intiere, ma non tardasi a riconoscere l'azione a cui sono state sottoposte, perchè facendo succedere a questa operazione quella dell' erse, queste zolle allora si spezzano facilmente mentre vi resistono se prima non hanno provata l'azione del cilindro.

Per i terreni lavorati ad insolcature presenta l'azione del cilindro gravi inconvenienti; si è procurato di superarli conformando i cilindri in modo da presen-

tare una superficie simile a quella delle zone del suolo arato, ma scostandosi questo sistema da quella semplicità che deve sempre essere il primo requisito degli arnesi agricoli, non ci trattenghiamo a presentarne dettagliatamente la conformazione.

SEZIONE VIII. — Istrumenti destinati a migliorare le condizioni dello spargimento delle sementi.

In un gran numero di casi, devono seminarsi i grani delle piante a determinate distanze gli uni dagli altri, in un certo ordine ed in certa quantità. Questo è ciò che ha luogo nelle seminagioni a linee, in specie per quelle piante che assumono una gran dimensione, come il formentone, le fave, i fagioli, le barbe bietole, ed è ciò che deve ritenersi di un' utilità ben contestata ancora per i cereali. Di più i grani che seminansi a getto, oltre ad essere inegualmente differenziati, qualunque siasi l' abilità dell' agricoltore; resultano ordinariamente interrati in un modo incompleto o ricoperti di uno strato di terra troppo alto che gli affoga, o lasciati allo scoperto, per pastura agli uccelli e per soggiacere alla distruzione prodotta dalle alternative del calore e dell' umidità. Queste cause di perdita, rendono necessario l' impiego di una maggior quantità di seme, che potrebbesi risparmiare se quello che è strettamente necessario potesse essere collocato in terra in una maniera più conveniente.

Se dunque potesse ottenersi un' istrumento che distribuisse il seme con gli intervalli necessari, formando delle regolari linee; se in oltre potesse esser questo seme depositato esattamente alla profondità conveniente ricuoprendolo di terra, e se in fine l' economia che potesse ottenersi sulla quantità della sementa, e sul vantaggio ritraibile nei lavori di custodimento

delle piante, cuoprisse le spese dell' operazione, avrebbesi allora risoluto uno dei più interessanti problemi dell' agricoltura.

Ma fino ad ora, alcuna delle numerose macchine proposte, per quanto ingegnose, non ha potuto farsi accettare estesamente nella pratica. In generale l'impiego di queste macchine suppone una gran perfezione nello spianamento dei campi, per l'azione regolare dei piccoli coltri che simultaneamente insolcano il suolo avanti che vi cada il seme; suppone un certo determinato sistema nel lavori preparatorii del terreno, che si è ben lungi da poter conseguire per ogni dove, e che anzi sarebbero nocivi in molti casi. Così ad esempio, per i terreni suscettibili di formar crosta dopo le pioggie, avvi del danno nel polverizzare troppo sottilmente il suolo, e nel fare sparire completamente le zolle; i pratici hanno costatato, che è più utile attendere la loro disagregazione dall' effetto delle gelate, quali polverizzandole, lasciano pertanto le particelle in un certo stato di separazione. Questo e molti altri rilievi potrebbero farsi per rendere ragione del limitato impiego delle macchine seminatrici, anche in quelle località che più di altre sono adattate ad approfittarsene.

Ciò premesso, passeremo ad offrire un' idea generale di queste macchine, facendo riflettere che l' esposizione accurata del loro complicato meccanismo, di troppo ci tratterrebbe sù questo tema, e ci devierebbe da quella rigorosa concisione che ci siamo imposti.

Se si immagini una tramoggia ripiena di grani nella quale si rivolga un cilindro guarnito di cucchiai, allorchè questo cilindro verrà posto in movimento, i cucchiai si empiranno di chicchi e li projetteranno in addietro. Se dunque a riscontro di ciaschedun cucchiaio si trovi un'imbuto che riceva i grani e gli comunichi ad un

tubo discendente, avrassi assegnata a ciaschedun grano la posizione esatta in cui deve pervenire alla superficie del suolo. Questo sistema, adottato da Frost, perfezionato da Coke costituisce la base dei seminatori di Grignon e di quelli di Dombasle.

Se la tramoggia di cui abbiamo parlato è terminata in basso con un'asse girante sul quale venghino scavate di distanza in distanza delle cavità, queste si riempiranno di grani, quali, allorchè l'asse avrà fatta una mezza rivoluzione, si verseranno trapassando alcune aperture formate nella parte inferiore della tramoggia ed entrando negli imbuti corrispondenti a queste aperture, venendo da tali imbuti incanalati fino a terra in dei tubi simili a quelli sopra indicati. Questo è il sistema immaginato da Locatelli, perfezionato da altri ed adottato da Thaer. Molte modificazioni sono state fatte a questi sistemi, tali da rendere queste macchine molto perfette considerate in se stesse, e non dubitiamo di asserire che se non insorgessero altre difficoltà estranee a quelle della loro conformazione, siccome già abbiamo avvertito, il loro uso non tarderebbe ad essere introdotto estesamente.

I seminatori a cassetta sono formati molto semplicemente di legname o di latta, e traforati in modo da lasciar passare i semi a misura che imprimesi alla cassetta un movimento orizzontale o di sussulto.

Del resto, i seminatori formano a Nancy l'oggetto di una special fabbricazione, che riesce molto perfetta ed economica; il loro valore è dai 300 ai 500 franchi. Quello che considerasi il più perfetto ed il più sperimentato è quello di Hugues. Termineremo le nostre osservazioni con dare qualche indicazione sul modo di giudicare questi istrumenti.

1.° Un buon seminatore deve spandere a volontà

i grani ad una distanza voluta, spanderli uniformemente e senza interruzione, tutte le volte che la macchina è in movimento, e nel tempo che la macchina muovesi, deve potersi interrompere la trasmissione dei grani, poichè vi sono dei momenti, come alla fine dei solchi, e nelle voltate, in cui lo spargimento delle semenze deve arrestarsi.

2.° Il seminatore deve permettere di effettuare con facilità i cambiamenti di posizione fra le linee dei seminati, e fra le piante che si frapponessero al suo passaggio.

3.° Le semenze devono emergere con eguaglianza cioè a dire che la loro quantità sia proporzionata alla rapidità del movimento dell' istrumento. Il seme non deve essere soggetto a rimanere intasato, mentre ciò produrrebbe almeno saltuariamente delle disuguaglianze dannose nella spessezza delle piante.

4.° L' istrumento deve ben provvedere al ricuoprimento del seme, senza remuoverlo dalla posizione in cui è stato distribuito, e senza che rimanga affogato per troppo ricoprimento.

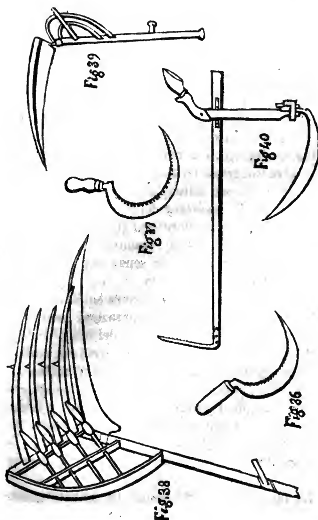
5.° La costruzione deve essere solida e poco soggetta a guasti, mentre le riparazioni non possono farsi eseguire che dai manifattori del luogo d' impiego.

6.° Il treno deve essere agile, acciò il cavallo possa almeno mantenere la velocità di un metro a minuto secondo; allora se l'istrumento semina sette solchi a metri 0,20 di distanza potrà pervenire a seminare in un giorno di ore 8 circa 3 ettari di suolo.

SEZIONE IX. — ISTRUMENTI PER LE RACCOLTE.

La falciuola è il più antico istrumento impiegato per recidere le erbe e le paglie; essa prende diverse

forme e diverse dimensioni; qnalche volta è conformata a quarto di cerchio, altre volte a semicerchio; spesso ha una curvatura maggiore del semicerchio; il suo lembo concavo è tagliente o dentato. Fig. 36. 37.



La falce fienaja o da biade, detta anche frullana, è un'istrumento ben conosciuto, che richiede forza e destrezza in coloro che lo maneggiano Fig. 38. Fig. 39. allorchè viene impiegato per la mietitura, vi si aggiunge un guarnimento di bacchette che investe i fusti del grano riunendoli, e facilitando così l'azione della falce. Un abile falciatore rade molto presso il suolo i prati ed i cereali, purchè il terreno sia scevro di sassi e di zolle; sogliono rimanere gli steli, tagliati a metri da 0,003 a 0,005 dalla superficie del terreno; se il falciatore vuole estendere di troppo l'azione dell'istrumento, allora la punta della falce si solleva alla fine del movimento, e resultano delle disuguaglianze nella superficie della raditura. La forza necessaria per falciare una prateria dipende dalla quantità e qualità dei fusti che la formano: in generale, per le paglie dei cereali occorre maggior forza che per i foraggi artificiali pieni di succo e poco lignosi.

Il salario dei falciatori, non è un mezzo ben sicuro per giudicare della loro fatica comparativamente a quella del lavoro con la falciuola, o di qualunque altro lavoro rustico, perchè non tutti i falciatori sono destri e forti abbastanza; questo lavoro è un'industria speciale di quelli che possiedono i requisiti occorrenti.

La falciatura delle praterie naturali, costa ad Orange franchi 0,24 per quintale metrico di fieno ottenuto dal prato; così occorrono circa franchi 20,40 nei tre tagli di un'ettare di prateria, per termine medio. Un buon falciatore può abbattare in una giornata il fieno di 50 a 60 are di praterie al primo taglio, che rende in media kilog. 8500 per ettare, mentre che esso falcia da 80 a 90 are del secondo e del terzo taglio, quali insieme non danno che la stessa quantità di fieno.

La falciatura delle praterie artificiali pagasi nella stessa proporzione; così i 5 tagli di un'erba medica ben vegeta, che danno in tutti da 6000 a 7000 kilog. di fieno per ettare, pagansi da 15 a 16 franchi; in questo lavoro, l'operaio è arrivato per così dire a misurare, il salario in proporzione della fatica. La giornata media dei falciatori essendo di franchi 4,60 e quella dei vangatori di franchi 1,75 vedesi che stanno fra loro presso a poco, come 100 : 36. La falciuola è adoperata da tutti quei lavoranti avventizi, che non avendo i requisiti necessari per adoprare la falce a frullana, pure sono accettati per la mietitura, onde eseguire tal faccenda al più presto possibile. Un'uomo sega con la falciuola 20 are di grano, mentre un falciatore ne abbatte 60; anche il salario è regolato sulla stessa proporzione.

La ronca fiamminga Fig. 40, e intermediaria fra la falciuola e la falce; essa è una falce leggiera che maneggiasi appoggiandola sull'avanbraccio diritto, e passando la mano in una cigna situata presso la metà del manico, mentre che la mano destra tiene un gancio che serve a chiappare la parte delle paglie che deve essere tagliata. Quest'istrumento è leggiero, e può essere adoprato anche dalle donne; esso produce i due terzi del lavoro di un falciatore, ma però non viene adoprato che per la messe.

§. II. Istrumenti impiegati per separare il grano dai suoi inviluppi.

Battitura — Il mezzo più semplice per separare il grano dai suoi inviluppi, è quello di impugnare le paglie e percuotere le spighe contro un corpo duro. Questo è lo sgranamento, che praticasi ancora per le semenze da cibo. Ma questo sistema addiviene lento e

minuzioso allorchè trattasi di raccolte considerabili. In questo caso in luogo di percuotere le spighe contro i corpi duri, si percotono esse con un corpo duro, con uno scamato, un bastone, che riducesi in correggiato o flagello, unendo due bastoni con un pezzo di corda, in modo che uno eseguisca un moto rotatorio mentre l'altro è brandito dal battitore. Si è di più sostituita l'azione degli animali a quella dell'uomo, facendoli calpestare sull'aja le piante delle quali volevansi estrarre i grani; oppure si sono attaccati questi animali ad un carro a larghe ruote, ed anche ad una treggia presentante di contro alla terra una larga superficie. Infine in questi ultimi tempi, l'operosità dei meccanici ha inventate le macchine da battere.

Tutti questi sistemi si sustanziano in tre principii, 1.° stropicciare le spighe, come farebbesi rivolgendole fra le mani; così agisce l'attrito della treggia 2.° percuotere le spighe in modo da sconnettere la forma degli inviluppi, e farne sortire i grani; questo è il modo di azione dei correggiati, delle macchine da battere, e del trottare dei cavalli 3.° gravitare sulle spighe, per produrre lo stesso effetto, siccome fanno i rotoni cilindrici.

Con il correggiato o flagello, è stato osservato che la battitura di cento covoni pesanti kilog. 400 e producenti kilog. 84,5 di grano è stata fatta con il mezzo di 10820 colpi dati in 660 minuti.

Altri sperimentatori asseriscono che un operaio di forza può battere in un giorno da 75 a 85 covoni del peso di 8 a 9 kilogr. rendendo 3 ettolitri per cento, cioè a dire, producendo ettolitri 2,40 in una giornata; secondo essi il numero dei colpi necessario per battere un covone è di 150 ed occorrono dodici minuti.

Col dinamometro si è rilevato che ciaschedun colpo

di correggiato, percuotendo una larghezza di metri 0,01 l' ha fatta avvallare di kilog. 6,25. Le spighe di un covone, occupano sull' aja metri 0,40 di superficie; così 150 colpi, producevano kilog. 937,50. Questa somma di percussione producendo ettolitri 2,40, l' ettolitro esigerà una forza di percussione di kilog. 390,62. Un uomo battendo in media 80 covoni, produrrà un lavoro meccanico di kilog. 75000.

Con l' azione degli zoccoli degli animali il disgregamento delle spighe deve richiedere un maggiore impiego di forze; infatti l' azione del correggiato dirigesi dall' uomo sulle spighe lasciando in gran parte esente la paglia da quest' azione, mentre i cavalli calpestano indistintamente paglia e spighe, cosicchè una parte della loro forza viene impiegata nell' ammaccamento della paglia.

Per pervenire a disgregare 5200 covoni, ognuno del peso medio di kilog. 7,5 distesi sopra un' aja, fu trovato che 22 cavalli avevano fatti 672 giri a passo, e 919 a trotto; in tutto, giri 1591.

Nei giri fatti con passo di metri 1,25 i cavalli hanno percorsi metri 7028 producendo 5622 pestate.

In quelli con passo di metri 1,55 percorsero metri 12839 producendo 8283 pestate.

In quelli con passo di metri 2,40 percorsero metri 23087 producendo 9619 pestate.

Il cavallo camminando a passo, eleva due dei suoi piedi all'altezza di metri 0,07 portandoli in avanti di metri 1,25; al piccol trotto eleva i piedi di metri 0,15; portandoli in avanti di metri 1,55; ed al gran trotto li eleva di metri 0,13 portandoli in avanti di metri 2,40. Il piede del cavallo arriva dunque a percuotere la terra ed i cereali che vi sono stesi, non con tutto il suo peso ma dopo esser questo modificato dalla decomposizione

della forza verticale, che tende a pesare in terra, e dell'orizzontale che tende a trasportarlo in avanti.

Abbiamo dunque.

Per il passo 1,m25 : *R* : : 0,07 : tang. di *B* = 0,056
Per il trotto 1,55 : *R* : : 0,15 : tang. di *B* = 0,097
Per il gran trotto 2,40 : *R* : : 0,13 : tang. di *B* = 0,054.

Supponendo il cavallo medio del peso di kilogr. 320 e moltiplicando questo peso per i coefficienti trovati, avremo.

Per l'azione del passo 5622 × 320 × 0,056 = 100746
Idem del trotto 8283 × 320 × 0,097 = 257104
Idem del gran trotto 9619 × 320 × 0,054 = 166216

Total forza spiegata dal cavallo; kilog. 524066.

E per 24 cavalli, avremo kilog. 12577584 lo che produce diviso per 5200 ossia per il numero dei covoni kilogr. 2419; si è trovato che impiegando il correggiato, sviluppavasi una forza di kilogr. 937; dunque per lo stesso effetto, la forza del cavallo impiega una azione che stà a quella del lavoro dell'uomo con il correggiato come 2,58 stà ad 1.

Con 24 cavalli di media forza e con 15 uomini si battono regolarmente in una giornata covoni 5920.

Supponendo che la giornata dell'uomo e quella del cavallo sieno del medesime valore, troveremo che 39 giornate fra cavalli ed uomini, avevano prodotto il lavoro di 5918 covoni; dunque una giornata produceva quello di 152 covoni di kilog. 7,5 ossivvero kilog. 1140,6. Abbiamo veduto che l'uomo batteva con il correggiato 80 covoni di kilog. 8,5 ossieno 680 kilogrammi. Il cal-

pestio degli animali, sembrerebbe dunque molto più economico, della battitura a mano. È per altro ben vero che nel primo sistema, rendesi necessario un tempo asciutto, mentre in caso contrario gli uomini e gli animali, sono soggetti a rimanersene per del tempo oziosi. Secondo altre esperienze rilevasi che non possono attribuirsi più di 5 ettolitri alla giornata di ciaschedun cavallo, aiutato da un lavoro a braccia di uomini, di cui la proporzione decresce a misura che il numero dei cavalli è più considerabile, ma che per 24 cavalli è di 14; avremo così per 5 ettolitri.

Una giornata di cavallo . . . . franchi	1,62
$\frac{14}{24}$ di una giornata di uomo a franchi 2	1,17
	2,79
O per ettolitro.	0,56

Gli affittatori di cavalli prendono 4 per 100 di grano e si è obbligati di supplire l'ajuto degli uomini; così 5 ettolitri a fran. 22 costano franchi 110 ed i $\frac{4}{100}$ sono fr. 4,40; se si aggiungono fr. 1,17 per la frazione di giornata dell'uomo, avremo franchi 5,57 e per un ettolitro franchi 1,114 equivalenti a kilog. grano 5,06.

Con la macchina da battere vengono ad evitarsi diversi inconvenienti, tanto referibili alla gravissima fatica degli uomini e degli animali, quanto inerenti al tornaconto dell'operazione. Infatti la battitura con il correggiato lungo tempo continuata, defatica estremamente i lavoranti deteriorando le loro forze. Quella effettuata con la pesta delle cavalle và pure soggetta a diversi inconvenienti fra i quali non è l'ultimo quello del deterioramento vistoso degli animali, che bene spesso vengono assoggettati ad un lavoro forzato. Vedasi rap-

porto a questo tema il giornale dell'associazione agraria della provincia di Grosseto, e specialmente il rapporto della commissione per l'analisi del sistema della battitura dei grani. Volume 3.° pag. 172.

Enumerando gli inconvenienti che incontransi nei rapporti economici, osserveremo che se si rimetta l'operazione ai tempi d'inverno, bisogna o costruire dei vasti magazzini o elevare dei grossi pagliai. Nel primo caso, incontransi delle vistose spese per le costruzioni, ed i covoni del grano rimangono esposti per più mesi alle rapine dei topi che non mancano di accorrervi; nel secondo caso le raccolte rimangono esposte agli effetti della malvolenza, agli incendi, ai rubamenti ec.; finalmente in ambedue i casi non puossi disporre del genere che dopo scorso molto tempo dalla raccolta; gli approvvisionamenti per l'inverno non sono assicurati; ignorasi qual sarà il prodotto, e si rischia altresì di dover soleggiare i covoni perchè il grano non tallisca.

Se battesi immediatamente dopo la messe, questo lavoro impiega tutti gli uomini le donne ed i fanciulli sottoponendo tutti, nei grandi calori dell'estate ad una fatica che spesso riesce nociva alla salute molto più che succede immediatamente a quello pure faticoso della mietitura. Quindi ogn' altra cura agricola viene trascurata, le raccolte da sarchiare si abbandonano a loro stesse, ed in generale la mano d' opera diviene soverchiamente costosa, e spesso nei paesi di maremma assorbisce quasi totalmente, ciò che resta della raccolta al di là delle spese di produzione.

Dopo aver tentato, senza risultato soddisfacente di applicare un movimento meccanico ai correggiati, si è cercata la soluzione di quest'importante manovra nel movimento di rotazione dei battitori.

Bisogna distinguere nelle macchine da battere che sono state proposte, la parte del meccanismo che si applica all' operazione della battitura propriamente detta, e quelle che hanno per scopo di completare le operazioni della raccolta, cioè la separazione della paglia, della loppa, e finalmente la vagliatura dei grani. Non è ben certo che questa complicanza di operazioni riunite in una sola macchina sia vantaggiosa. Comunqne sia, in questo luogo considereremo separatamente queste diverse operazioni, per formarci una giusta idea dei meccanismi componenti la macchina di che trattasi.

Suppongasi un tamburo o cassa cilindrica di legname nella cui cavità interna, ruoti con molta velocità un cilindro corredato di bielle di legname sporgenti metri 0,08 chiamate battitori. Se si presenta un covone all' azione di questo cilindro, esso è attirato sotto i battitori, e successivamente rigettato dal lato opposto, e ne sorte triturato e spogliato dai grani per un' apertura del tamburo opposta a quella in cui è entrato. I grani sono altresì rigettati fuori del cilindro scorrendo sopra un piano inclinato che correda la parte inferiore del tamburo, che riveste il cilindro. Questa è la più semplice idea che ci possiamo formare di una macchina battitrice. Da taluni meccanici si è procurato di fornire i covoni al cilindro battente con una certa regolarità; a questo oggetto si sono stesi i fusti del frumento sopra una piattaforma, facendoli strato per strato attirare da cilindri di preparazione che diconsi cilindri alimentari. Gli steli del grano invece di percorrere la parte inferiore del gran cilindro, possono essere istradati nella parte superiore; il tamburo di coperta è allora formato di una rete, a traverso la quale schizzano i grani distaccati dalla paglia. Il numero dei bat-

titori del cilindro rotatore suole essere da 4 a 12. Il tamburo di coperta è qualche volta levigato, qualche volta formato con liste soprapposte a persiana chiamate contro-battitori. Il movimento del cilindro è più o meno rapido, il suo diametro più o meno grande. Generalmente i costruttori di queste macchine annettono una grande importanza alle modificazioni che vanno introducendovi. Però sembra in 1.° luogo, che i cilindri alimentari ritardino inutilmente l'operazione, e che gli steli del frumento avanzino troppo lentamente, e non passino che in poca quantità, nel fornire alimento a dei battitori molto attivi. 2.° È preferibile che gli steli percorrino la parte superiore del cilindro, poichè allora essi più risentono l'azione dei battitori ai quali soprastanno; 2.° però un piano inclinato che succeda al rigetto del cilindro è preferibile alla rete conterminante la parte superiore del tamburo. 4.° Quattro battitori sembrano sufficienti allorchè la macchina è animata da un rapido movimento. 5.° Il diametro del cilindro battitore suol farsi senza inconvenienti di metri 0,50; in alcune macchine è portato anche a metri 2,00 ma allora l'assieme dell'istrumento riesce troppo pesante e disadatto. 6.° È più utile che l'interno del tamburo del cilindro sia a liste sovrapposte che forzando gli steli a passare anche nei punti di rialto, le comprimono e le tormentano più energicamente. Questo è ciò che l'esperienza ha comprovato specialmente nell'azione della macchina di Ransomme. Le figure dimostranti questa macchina possono osservarsi nelle memorie della Società di Agricoltura de Seine-et-Oise anno 1843, siccome quelle della macchina di Dombasle possono vedersi negli Annali di Roville, tomo sesto pagine 228 e 229.

Nelle esperienze a cui è stata sottomessa la mac-

china di Ransomme, il cilindro faceva da 900 a 1200 giri a minuto, ed i battitori percuotevano gli steli del frumento, con una velocità di metri 23,62 e di metri 31,50 a minuto secondo. Questa velocità l'unica causa principale del gran lavoro di questa macchina, che sorpassa sotto tal riguardo, quella di tutte le altre a cui si è voluta comparare. Essa lavora ettolitri 9,62 di grano, o ettolitri 23,33 di avena in un'ora. La macchina di Dombasle, d'altronde pregevolissima, produce ettolitri 5 di grano per ogni ora. Pertanto la macchina di Ransomme deve al presente formare il punto di partenza di tutti gli ulteriori perfezionamenti; bisogna adottare la sua molta velocità, il suo piccolo diametro, siccome dati sanzionati favorevolmente dall'esperienza. La paglia che rigettano queste macchine ottiensi infranta ancor più di quanto addiviene sottomettendola alla pesta delle cavalle. In questo stato essa è molto più gustata dagli animali; essa decomponesi più facilmente nei letamai, dispensa dall'operazione del trinciamento, ma necessita di un involucro di rete per caricarla e trasportarla.

Allorchè la macchina battitrice è scevra del ventilatore e del vaglio, essa può essere facilmente trasportabile. Così quella di Ransomme smontasi e si rimonta ponendola in ordine, facilmente e senza difficoltà di sorta. La macchina ed il suo tiro, possono essere facilmente riuniti, e collocati in buon'ordine sopra ruote la di cui sala forma parte del corpo stesso dell'assieme.

Sotto i rapporti economici, si osservi che il valore della macchina, essendo di 1500 franchi; allorchè si impieghi per un mese, essendo l'interesse del capitale di 10 per 100, il suo fitto resulterà di fran. 5 a giornata; il servizio occorrente sarà di 15 persone

fra uomini donne e ragazzi, per approvvisionarla, e ritirare le paglie con i forconi a misura che le rigetta; supponghiamo la media giornata di questi operanti di franchi 1,25; in fine la sua trazione dovrà succedere per mezzo di 4 cavalli. Avremo dunque:

Per 15 giornate di operai a fr. 1,25	fr. 18,75
Per 4 giornate dei cavalli a fr. 1,62	» 6,48
Affitto della macchina	5,00
	franchi 30,23

Si sgranano 96 ettolitri di grano nella giornata di ore 10, e quindi resulta la spesa di franchi 0,315 per ettolitro. La maggior parte delle macchine istallate nelle vicinanze di Parigi, limitasi a sgranare da 20 a 26 ettolitri per giorno. Il vantaggio considerabile che offrono le macchine portative, nei paesi in cui le proprietà sono molto divise, ne sembra militare potentemente in favore di quelle che come la macchina di Ransomme possiedono questa vantaggiosa prerogativa.

Ventilatore. — Allorchè il grano è staccato dalla paglia e dai suoi inviluppi con un mezzo qualunque, separasi dalle altre materie, projettando il miscuglio contro il vento, con la pala; il grano che è più pesante, cade quasi verticalmente; i corpi leggieri che l' accompagnano vengono trasportati ad una certa distanza. Allorchè si opera in un luogo chiuso, adoprasi un cribro tessuto di vinchi a guisa di paniera molto aperta, detta Vanno, che scuotesi producendo in tal modo una corrente di aria ed uno sbalzo del mescolo che trasporta le sostanze più leggiere; i frammenti della paglia che rimangono alla superficie del grano si rigettano e si tolgono a mano. Il primo di questi metodi è sempre impiegato laddove la raccolta fassi

sulle aje scoperte; ma allorchè manca affatto il vento per più giorni, suol ricorrersi al secondo sistema. Al Vanno si è sostituita modernamente una macchina detta Tararo, consistente in una cassa di legname, dentro la quale è disposto un volano formato da quattro ale connesse in un asse orizzontale, quale per mezzo di un manubrio con ingranaggio, è fatto girare con molta rapidità e produce una corrente di aria che projetta i corpi leggieri del mescolo da un'apertura formata nella parte anteriore, mentre il grano cade sopra una tramoggia a cui la macchina imprime un movimento oscillatorio che ne facilita la caduta sotto la cassa. La costruzione di questo importante meccanismo costa circa franchi 80 in Francia.

Un solo uomo mette in movimento il volano; ma questo deve essere cambiato ogni mezza ora, ed ottenuta la muta, accorre a fornire il mescolo alla tramoggia e ad ammontare i residui del lavoro. Quindi due uomini bastano per tutta la giornata intorno al Tararo, quale può essere utilmente formato da trasportarsi con un cavallo. L'utilità dell'impiego di questa macchina è troppo evidente perchè ci dobbiamo trattenere a dimostrarla.

Cribro o vaglio. — Ordinariamente fassi passare il grano per due vagli; il primo con fori alquanto grossi, al quale imprimesi un semplice movimento di va e vieni, di maniera che tutti i grani vi passino, e che non rimangano sul vaglio che i pezzetti della paglia ed i corpi estranei; il secondo a fori più fini, al quale imprimesi un movimento circolare perchè tutti i grani leggieri e le loppe che rimangono ancora siccome i grani che non sono stati completamente spogliati dei loro inviluppi, venghino a sormontare e possino essere remossi dal vagliatore.

Suole sostituirsi qualche volta a questa operazione, l'azione del cilindro a rete metallica, posto inclinato, e messo in movimento per mezzo di un manubrio; il grano ottiensi con tal sistema distribuito in più sorte, secondo il suo peso e la sua grossezza.

Un' altro ordingo utile per la vagliatura, consiste in una tramoggia posta in alto, quale lascia scorrere sopra un piano inclinato formato da una continuità di fili di ferro orizzontali, il grano che per propria gravità urtando successivamente in questo strato metallico, si spoglia delle loppe e delle materie estranee.

Si è tentato come già avvertimmo, di riunire in una sola macchina queste diverse operazioni di battitura, di ventilabro e di vagliatura; ma fino al presente non si è potuto ottenere un resultato tanto soddisfacente da persuadere la rinunzia dell' esecuzione di questi lavori ognuno da per se; anzi gli sperimenti di confronto fra le utilità prodotte dalle macchine complete e quelle ottenibili dai metodi comuni, hanno dimostrato con le cifre effettive, che si era ancora lontani da potere preferire in grande l' adozione di queste macchine complicate.

Ruotoni e congegni da pesta. — Ne' paesi settentrionali, l' incertezza del clima e la ristrettezza delle aje conducevano all' invenzione della macchina battitrice, mentre che in quelli meridionali, la vastità delle aje induceva piuttosto a perfezionare i carri battenti, ed i ruotoni pressanti, procurando di sostituirli all' effetto dello zoccolo delle cavalle. Dietro le recenti ricerche, si è tentato di adottare dei prismi a pianta esagona, o dei cilindri a liste salienti, che volevansi fare agire come i risalti della macchina battitrice ma si è ben presto verificato che i cilindri a superficie uniforme fatti agire per semplice pressione, davano

un' ottimo risultato con l' impiego di una minor forza di trazione. Il ruotone a superficie uniforme, agisce comprimendo le spighe, e facendo cambiare di forma l' inviluppo dei grani senza schiacciarli. Si è verificato che sopra uno strato di steli alto metri 0,06 occorreva una pressione di kilog. 22 per ogni zona di metri 0,01 perchè la spiga così compessa, lasciasse sfuggire tutti i suoi grani. Ma siccome in questa operazione le spighe non sono sole, ed ammettendo che la paglia mescolata con esse ed in parte sottoposta alle spighe successive occupi quattro volte la loro lunghezza, ne succede che bisogna far sopportare alla massa una distribuita pressione di cinque volte 22 kilogram. per operare un perfetto sgranamento. Se dunque supponghiamo un ruotone di 2000 hilogrammi di peso, e della larghezza di metri 0,90, così pesante kilog. 22 per zona di metri 0,01 esso dovrà passare cinque volte sugli steli del grano distesi in modo da formare uno strato di metri 0,06 di grossezza.

Ciaschedun covone, sciolto e disposto simmetricamente, con le spighe posate sul piede di quello che vien dopo, occupa circa un metro quadrato. Così 900 covoni occupanti 900 metri quadrati, esigono che il ruotone percorra 4050 metri per rimaner tutti pressati cinque volte dal ruotone medesimo; questa operazione può essere ripetuta dopo tre ore di riposo senza che gli animali ne rimanghino di troppo defaticati. Sei uomini assistono il movimento di un ruotone per rivoltare la paglia a misura che essa è pressata; due cavalli traggono l' istrumento che spicca in una giornata 20 a 22 ettolitri di grano; le spese di questa operasione saranno dunque:

6 giornate di operaio a fr. 2,50	franchi 15,00
2 giornate di muli	» 4,00
	19,00

La sgranatura di un'ettolitro di grano, corrisponde dunque a franchi 0,90.

Per il ruotone che è stato descritto abbisogna la forza di trazione di due animali; volendo adoprare un solo animale, bisognerebbe adottare un ruotone del peso di soli 900 kilogrammi. Forma un'inconveniente di questo sistema, l'inclinazione della linea di tiro, a causa del piccol diametro dell'istrumento; gli animali tirando di alto in basso, tendono continuamente a sollevare il ruotone, così diminuendo il peso che gravita sulla paglia. Se venisse adottato un ruotone di metri 1,86 di diametro, in pietra pesante 2400 kilog. il metro cubo questo difetto verrebbe completamente ad evitarsi. Ciascheduna zona di metri 0,01 peserebbe circa 62 kil. ed in due passaggi il lavoro potrebbe essere compito. Se il ruotone fosse formato di legname di quercia come comunemente suol praticarsi pesante 100 kilog. il metro cubo, ciascheduna zona peserebbe 20 kilog. ed un ruotone di 900 kilog. potrebbe avere metri 0,35 di lunghezza; questo ruotone dovrebbe percorrere 15426 metri, passando sei volte sui covoni per terminare l'operazione sopra 900 metri quadrati. Pertanto, nonostante che l'inclinazione, nel tragitto del ruotone, non oltrepassi giammai i 6 gradi, e quindi si possa senza pericolo fare assumere al medesimo un diametro di 8 a 9 volte la sua base, pure, sarà bene preferire una proporzione più rassicurante, sottomendosi ad

impiegare due animali per la sua trazione. Ecco una conformazione che è stata sperimentata molto conveniente; cioè, metri 1,44 di diametro; metri 0,62 di lunghezza; kilogram. 14,47 di peso per zona di metri 0,01; con questo istrumento bisogna passare otto volte sopra i covoni, percorrendo 11616 metri per completare lo sgranamento di 900 covoni, occupanti una superficie di 900 metri quadrati. Otto volte il peso di 14,47 produce kilogr. 115,76 cioè più di kilogrammi 110, o 22 × 5 che è il peso necessario per ottenere l'intento dello sgranamento, siccome in addietro abbiamo indicato.

Questi ruotoni si formano di tre pezzi connessi insieme con maschiettature per evitare gli spostamenti, e si cerchiano in ferro alle due estremità e nel mezzo; le stanghe per il tiro a cui sono imperniati, devono avere una traversa stabile, che serva di separazione fra il ruotone ed i cavalli. Il valor medio di questo istrumento corrisponde in Francia a fr. 110.

Abbiamo considerato finora il ruotone come un corpo cilindrico; ma facendolo percorrere uno spazio circolare, siccome praticasi, osserveremo che la base più lontana dal centro dell'aja percorre una circonferenza più grande e la percorre nello stesso tempo di quella che trovasi più vicina al centro stesso; la prima, deve dunque avere un diametro maggiore della seconda, proporzionalmente al raggio dell'aja da percorrersi. Dunque allorquando il ruotone ha specialmente una lunghezza superiore a metri 0,35 bisogna formare l'aja rettangolare almeno lunga tre quadrati. In quest'aja il guidatore stà nel mezzo della sua larghezza, e fa percorrere al ruotone una spirale, avanzandosi lentamente da un'estremo all'altro dell'aja, e mantenendo sempre i cavalli ad ugual distanza da

sè, nel loro percorrere l'aja in giro per tutta la sua larghezza. È evidente che in tal modo il circolo percorso dal ruotone, sebbene continuato in tutta la lunghezza dell'aja, mantiensi sempre di un egual diametro.

Quando il ruotone è lungo meno di metri 0,35 allora puossi senza gravi inconvenienti relativamente al suo attrito ed alla sua azione di peso sugli steli del grano, adottare una rastremazione conveniente al circolo medio, fra quelli che possono iscriversi in un'aja quadrata di una data estensione. In tali circostanze, ponesi un dado di pietra al centro dell'aja, introducendo un colonnello nel foro centrale e raccomandando a tal colonnello la corda che giunge fino all'attacco dei cavalli. A questi, il guidatore fa percorrere l'aja in giro, tenendoli sempre lontani quanto è possibile dal colonnello notato. La fune avvolgendosi di seguito al colonnello, costringe i cavalli a descrivere la loro linea curva di più in più minore, ed a formare una voluta, col loro avvicinarsi gradatamente al centro. Quando il raggio rappresentato dalla corda è quasi sparito, essendosi questa presso che totalmente avvoltata al colonnello l'uomo spianta questo dal dado, e lo rivolta in senso opposto; allora proseguendo a spingere i cavalli nella stessa direzione ed obbligandoli a tenere la corda tesa, questa và svolgendosi dal colonnello e lascia descrivere al treno una nuova voluta dal centro alla circonferenza massima dell'aja. Ripetesi la stessa manuvra quante volte occorrono, per ottenere il completo sgranamento della messe di cui l'aja è coperta.

Trovasi la differenza che deve esistere fra i diametri delle due basi del ruotone, desumendola proporzionale al raggio del circolo da descriversi con il treno, nel modo seguente.

Sia d, questa differenza; b, il gran diametro del ruotone; l, la larghezza del cilindro; r il raggio del circolo da descriversi nell'aja; quindi avremo:

$$d = \frac{b \times l}{r}.$$

Così essendo il raggio dell'aja che prendesi di mira, metri 8, avremo per il ruotone, avente un diametro massimo di metri 1,44 ed una lunghezza di metri 0,62 i seguenti risultati:

$$d = \frac{1{,}44 \times 0{,}62}{8{,}00} = 0{,}1116,$$

Così il piccolo diametro sarà 1,44 — 0,1116 = 1,3284. Riassumendo i risultati di quanto abbiamo detto relativamente a questo soggetto, rileviamo che i diversi sistemi per separare il grano dai suoi residui, costano i seguenti prezzi, supponendo la giornata degli operai impiegati in questo lavoro, equivalente a franchi 2,50.

Un'ettolitro,	battuto con il correggiato;	fran.	1,30
—	sgranato con la pesta delle cavalle	»	1,11
—	compresso con il ruotone . .	»	1,15
—	spogliato con la macchina battitrice	»	0,21

In ordine a questi rapporti di proporzione desunti con la maggiore accuratezza, resulta che il metodo più caro, ed aggiunghiamo il più penoso, e quello praticato a braccia di uomo con il correggiato, che quello ottenuto con la macchina battitrice scozzese di Ransomme, è molto meno costoso, e ciò che più monta, più spedito degli altri.

Infatti è utile di riflettere, che quanto più presto

il grano può essere riposto, tanto minore è il pericolo, pur troppo frequente di vederlo rimanere bagnato dalla pioggia, o involato da miriadi di formiche; nel primo caso, oltre a rimanere assoggettati alla perdita di tempo per asciugarlo, se le pioggie proseguono, si rischia di ottenere il grano molto deteriorato, ed ancora di vederlo germogliare nei granai se non si è riusciti a poterlo bene asciugare.

SEZIONE X. — Istrumenti di trasporto.

I trasporti a corta distanza, si fanno col mezzo del paniere, del corbello, del sacco, della barella, della cariola ec.

Quelli più lontani, si fanno col mezzo dei barrocci, dei carri, dei carrettoni ec.; dei primi mezzi non parleremo, perchè ben cogniti e comuni, ma ci tratterremo nell'esame dei veicoli destinati ai più lontani trasporti.

§. I. Veicoli a due ruote.

Ruote. — Positive esperienze dimostrano che la confricazione delle ruote è in ragione inversa della radice quadrata del loro diametro. Questa confricazione diminuisce dunque a misura che il diametro della ruota aumenta, ma altresì il suo peso aumenta con il diametro. Perciò puossi diminuire progressivamente il rapporto della forza di trazione alla pressione, ma passato un certo limite, ciò non può farsi che aumentando il rapporto della trazione alla quantità delle mercanzie trasportate dal veicolo.

Ponghiamo a confronto ciò che succede per due paja di ruote montate sulle loro sale, di cui le prime

abbiano metri 1,80 di diametro, e le seconde soltanto metri 1,00, tutte aventi la medesima grossezza di metri 0,11 al cerchione. Le prime peseranno kilogr. 600 le seconde kilogrammi 428.

La trazione delle prime stà a quella delle seconde come la radice di 1 stà alla radice di 1,8 ossivvero come 10000 : 13416; rileveremo che se il primo pajo di ruote esige una trazione rappresentata da 600, il secondo pajo ne esige una rappresentata da 574; cioè di 34 per 100 più considerabile che se con il loro peso di kilog. 428, esse avessero il diametro di metri 1,80 e che se la trazione delle seconde è di 428 quella delle prime non sarebbe che di 447: in tal modo la differenza dei diametri ha cancellato quella del peso.

Ma bisogna altresì rimarcare che i cerchioni aumentano di 3 quando il diametro aumenta di 1, e che essi formano la principal parte del peso delle ruote. In queste condizioni siamo molto prossimi al limite indicato, e ben si spiega come i barrocciai hanno generalmente adottate le ruote di metri 1,80 siccome quelle che meglio convengono all'effetto utile dei loro veicoli. Adottandole più alte perderebbero in peso utile a trasportare ciò che guadagnerebbero in diminuzione di trazione. Questa scelta ancora più si giustifica, se non limitandosi a calcolare la minore resistenza delle ruote considerate isolatamente dalle altre condizioni del tiro, ci rammentiamo che esse devono essere tratte dagli animali, e che il punto da dove parte la loro forza è a 0,77 della statura dei medesimi a partire dal terreno, ossia per un cavallo della statura di metri 1,50 a metri 1,15 di altezza. Sembrebbe dietro ciò, che le ruote dovessero avere altresì metri 1,15 di raggio; esse non lo hanno secondo le condizioni in addietro indicate che di metri 0,90. Però si è rimarcato

che allorchè il cavallo imprende ad esercitare uno sforzo straordinario, abbassa il suo petto di una quantità che giunge fino a metri 0,20. È soprattutto in tali casi, in cui la resistenza è considerabile, che importa che tutta la forza sia a disposizione; quindi abbassando il raggio delle ruote a metri 0,90 non fassi che rendere il tiro orizzontale al momento di questi grandi sforzi. D'altronde nei barocci da trasporto, la cigna delle stanghe, essendo attaccata a metri 3,70 dalla sala delle ruote non ne resulta un'angolo maggiore di 4 gradi con l'orizzonte, in tutti i casi in cui il cavallo tira senza abbassare il portastange.

Cerchioni. — La trazione è proporzionale alla pressione del veicolo sul terreno; questo e un principio che le esperienze di Morin hanno definitivamente conquistato alla Scienza. La larghezza dei cerchioni, minimamente influirebbe alla resistenza, supponendo che il veicolo scorra sopra un piano perfettamente unito. Peraltro, aumentando la trazione con il peso, la larghezza dei cerchioni che sorpassi le condizioni della solidità necessaria per resistere al peso da trasportare è onerosa, aggiungendo un peso inutile alla ruota, ed aumentando la spesa di costruzione del veicolo; si comprende che nei terreni motosi e cedevoli, i cerchioni larghi renderanno meno facile l'affondamento delle ruote, ma ciò non può considerarsi che come una eccezione alla regola generale.

L'aumento della larghezza dei cerchioni induce un rapido accrescimento nel peso delle ruote; queste come è noto, sono composte di quarti di olmo, di raggi di quercia, e di un mozzo pure di quercia ferrato nel cilindro centrale per l'introduzione della sala. Un cerchione messo a caldo, e confitto con perni rinserra la ruota.

Nelle ruote con cerchioni di metri 0,17 le parti in legname pesano come appresso.

Quarti	kilog.	100
Raggi	»	25
Mozzo	»	25
		150

E secondo le dimensioni delle ruote, il peso delle loro varie parti è per le due ruote il seguente :

Larghezza dei cerchioni	Legname	Cerchioni	Perni	Ghiera del mozzo	Totale
0,08	70	120	20	30	240
0,11	170	250	30	60	510
0,14	220	350	40	70	680
0,17	300	420	50	80	850
0,25	400	640	80	90	1210

Così la sostituzione delle ruote con cerchioni larghi metri 0,11 a quelle con cerchioni larghi 0,08 induce un aumento di peso di kilogram. 270, che ridurrebbe a 630 kilog. il peso utile trasportato dal cavallo, che supporremo di 900 kilogrammi, ritenendo che le altre parti del barroccio rimanessero le medesime. Ciò forma un terzo circa di peso perduto. Bisognerebbe essere soggetti a percorrere un suolo abitualmente umido e fangoso, perchè potesse convenire l'adozione delle ruote più larghe nonostante lo scapito che esse procurano nella forza di trazione. In questa specie di terreni il tiro aumenta dal terzo alla metà, di fronte a quello di una strada asciutta regolare e solida.

Peso totale e carico di un barroccio. — L'esperienza

ha insegnato da molto tempo, quali debbono essere le più utili dimensioni dei barrocci; dietro i dettami di questa, si è potuto ottenere il minimum del peso dei veicoli per il maximum di carico; il peso medio di carico è di 900 kilog. 1000 in estate 800 in inverno. I pesi in kilogrammi, delle diverse parti dei barrocci sono distribuiti come appresso, prendendo per termine di confronto la larghezza dei cerchioni

Larghezza dei cerchioni	Ruote	Sale	Corpo dei barocci	Totale
0,08	240	60	200	500
0,11	510	90	300	900
0,14	680	120	400	1200
0,17	850	150	500	1500
0,25	1210	190	800	2200

E tenendo nota del peso medio dei carichi ai carrettoni a bascula, sonosi ottenuti i seguenti risultati.

Numero dei cavalli	Carico medio utile	Carico per cavallo	Peso del carrettone vuoto	Totale	Carico medio per cavallo
1	941	941	500	1441	1441
2	1977	988	900	2877	1438
3	2733	911	1200	3933	1311
4	3700	925	1350	5050	1275
5	3925	785	1500	5425	1085
6	3942	657	1500	5442	907
7	3978	568	1500	5478	783
8	3684	460	1500	5184	685

Da tal prospetto si desume che il maximum di effetto utile, ottiensi con i carrettoni da 1 a 4 cavalli ma che in seguito diminuisce rapidamente, in modo, che impiegando 8 cavalli non si ottiene per ogni ca-

vallo la metà del carico che corrisponde ai primi indicati. Vediamo inoltre che il carico medio che un cavallo è suscettibile di tirare, diminuisce montando all'impiego di otto cavalli, e che in quest'ultimo caso, ciaschedun cavallo non tira neppure la metà di ciò che ottiensi da un cavallo solo.

Finalmente le conseguenze generali degli esami economici praticati in proposito, portano che il prezzo di trasporto del peso utile, diminuisce continuamente a misura che impiegansi carrettoni più forti, fino a quelli che abbisognano di cinque cavalli. Generalmente vengono adottati i carrettoni a quattro cavalli, aventi i cerchioni larghi metri 0,17 e che sono condotti da un solo uomo. Altresì praticasi di servirsi di quattro carrettoni ad un cavallo posti ognuno di seguito all'altro e guidati da un solo uomo. Così il trasporto di 500 kilogrammi, otterrassi a miglior mercato adottando cinque carrettoni ad un cavallo, piuttosto che un carrettone a cinque cavalli; in questo sistema può meglio proporzionarsi il carico di ciaschedun carrettone al vigore rispettivo del cavallo che lo conduce, ed adoperare gli stessi trapeli nelle corte salite, attaccandoli successivamente ad ognuno dei carrettoni o dei barrocci da far montare.

§. II. Veicoli a quattro ruote.

Carri. — I carrettoni o carri da derrate a tre a cinque e più cavalli, sono principalmente adottati in Allemagna. I carrettoni ad un cavallo, aventi i cerchioni larghi metri da 0,06 a 0,08 vedonsi più comunemente in Francia. In Italia, se si eccettuino i grossi carri per i carichi da canape e da casse di mercanzie, è ben raro che venghino adoprati veicoli di questo genere.

Il carrettone rustico è molto leggiero e semplicissimo nella sua costruzione; esso manca quasi affatto di ferrature; le sale sono in legname, la sua armatura consiste in due stanghe di abeto duttili e posanti sulle sale davanti e di dietro; le ruote sono quasi eguali, e del diametro di metri 1,80.

Se il peso di questo carrettone è uguale a quello di un barroccio la pressione sarà la stessa, benchè gravitante sopra quattro ruote, siccome la resistenza al tiro, allorchè trattasi di un suolo fermo e compatto; ma siccome ognuna delle ruote non sostiene che la metà del peso a cui vengono assoggettate quelle del barroccio, esse devono meno avvallarsi di quelle di quest'ultimo in un terreno cedevole, ed avvi allora minor confrecazione laterale sui quarti delle ruote e minor forza di trazione.

I carrettoni alemanni hanno le ruote di dietro un poco minori di metri 1,80 di diametro e quelle davanti sono alte un metro, lo che permette di sterzare voltando. I due treni sono mobili separatamente, girando l'avantreno sopra un pernio di ferro. Il centro di gravità trovandosi fra le due sale, e la trasmissione della forza alla resistenza, succedendo sempre in linea retta, il tiro, tende a sollevare il treno dell'avanti che è il più basso, per collocare in una direzione rettilinea il punto di partenza della forza ed il centro di gravità. Avvi dunque sulla sala d'avanti, una decomposizione di forze di cui una parte tende a sollevare la sala stessa, diminuendo la pressione che vi gravita; per riportarla sul treno d'addietro; questo sforzo è più sensibile a misura che la differenza del diametro delle ruote è maggiore. Il peso in kilogrammi di questi carrettoni è come segue:

	Larghezza dei cerchioni	Peso dei carri
metri	0,08	340
	0,11	1500
	0,14	1750
	0,17	2500
	0,22	3400

Ecco alcune medie desunte da un gran numero di osservazioni.

Un carrettone rustico a due cavalli porta 960 kilog. di peso utile, e 340 kilog. del proprio peso; in tutto kilogrammi 1300.

Un carrettone a sette cavalli, porta kilog. 5341 di peso utile, e pesa in tutto kilog. 7841, o per cavallo kilog. 1120 di peso totale.

Un carrettone lorenese a cinque cavalli, porta kilog. 3750 di peso utile, e pesa in tutto kilog. 5500 o per cavallo kilog. 1100 di peso totale.

Il prezzo di un carrettone a quattro ruote, stà presso a poco come 1,46 a 1,00 con quello dei carrettoni a due ruote e dei barrocci della medesima carreggiata. Il prezzo del carrettone rustico è molto minore; con le sue sale in legname, costa meno di un barroccio della stessa carreggiata, ma dura anche meno ed abbisogna di maggiori riparazioni, lo che forma compensazione. I cerchioni sono meno larghi per un carrettone a quattro ruote che per un barroccio, di maniera che un carrettone pesante 1750 kilog. può essere paragonato ad un barroccio pesante 1200 kilog. avendo l'uno e l'altro i cerchioni larghi metri 0,14; questi ultimi costano franchi 950; il carrettone a quattro ruote avendo la medesima larghezza de' cerchioni, costerà franchi 950 $\times$ 1,46 ossia fran. 1387.

Dietro questi dati avremo per ogni 100 kilog. di peso utile trasportati in una giornata da questi diversi veicoli a quattro ruote, tutto portato a calcolo, la spesa di franchi:

Carretta ad un cavallo	0,309
Carrettone a due cavalli . . .	0,327
Carretta a cinque cavalli . . .	0,322
Carrettone a sette cavalli . . .	0,374

L'esperienza gran maestra di perfezionamenti e di risparmi in tutto ciò che forma gli istrumenti di comune adozione, ha insegnato che sotto molti punti di vista, i barocci a due ruote tratti da un cavallo sono preferibili per i trasporti che superano la distanza di un kilometro, mentre per i trasporti a brevi distanze, si è ravvisata la convenienza di adottare il carro da manzi, facendole subïre tutte quelle piccole modificazioni che le condizioni speciali dei luoghi venivano persuadendo.

Il barroccio a due ruote è facile a caricarsi quanto il carrettone a quattro ruote; non è difficile di accertarsi del punto in cui il carico è in equilibrio sulla sala; basta esaminare se il sellino ed il portastanghe formano un leggiero appoggio sul dorso del cavallo, e se all'opposto il sotto pancia non forza la sua cintura naturale, tirato in alto dalla leva delle stanghe; quando il carico consiste in materie pesanti, come pietre, botti, ec. si scioglie il portastanghe dal sellino, e si manda il barroccio in addietro formando così un piano inclinato di facile scarico. I carrettoni a due ruote aventi una cassa di tavolato, ed imperniati a bascula, si scaricano senza bisogno di staccare il cavallo dalle stanghe, perchè la cassa può girare

sull' asse delle ruote senza che la parte davanti del veicolo cambi di posizione. Questa specie di carrettoni si adoprano per le materie minute e pesanti, che non si raccolgono in sacca nè in vasi come per esempio la rena, la terra, gli scarichi delle fabbriche ec.

§. III. Trazione dei veicoli secondo la natura del terreno.

Secondo le interessantissime esperienze di Morin la trazione delle vetture, sopra terreni di natura diversa, resulta proporzionale al loro attrito; esamineremo i risultati sommarii relativi ai barrocci da trasporto, avvertendo che quelli che si riferiscono ai carri e carrettoni di uso agricola, potranno desumersi approssimativamente sulla proporzione di 7 a 8. Così se si ha per un baroccio la media di 15,2 potrà desumersi per un carrettone, quella di 17,4. I coefficienti che seguono esprimono il rapporto che passa fra il carico compreso il veicolo e la forza di trazione che è necessaria.

— *Terreni poco tenaci.* —	
Strade con massicciata e rinterro superiore considerate distanti in eccesso o in difetto dallo stato ordinario di normale manutensione	15,23 — 22,25 — 27,20
— *Terreni tenaci.* —	
Strade con massicciata e rinterro superiore, considerate come sopra	35,20 — 42,80 — 49,90
Strade con acciottolato ossivvero selciato	44,00 — 52,80 — 61,6

Strade con massicciata, terrapieno, e rifioritura di sasso spezzato; con sassi del diametro medio, da centimetri 7 a 6; da 6 a 4; da 4 a 3. 8,30 — 8,90 — 10,50

Così per conoscere la forza di trazione necessaria per un barroccio pesante con il suo carico 1500 kilogr. sopra una strada selciata, pianeggiante ed in buono stato, avremo:

$$1500 \times \frac{1}{52,80} = 28,41,$$

sopra una strada rifiorita di sassi spezzati del diametro medio di centimetri 6,50; avremo

$$1500 \times \frac{1}{8,30} = 180,72,$$

quindi la trazione dovrà essere più di sei volte maggiore.

Secondo le esperienze di Dupuits, il rapporto del tiro alla pressione è come appresso:

Specie dei veicoli	Diametro delle ruote	Larghezza dei cerchioni	Coefficienti		
			Massicciata e rinterro	Acciottolato	
			passo	passo	trotto
Carretta rustica . .	1,82	0,05	0,032	0,021	0,028
Carrettone	1,89	0,11	0,031	0,205	—
Carrettone	1,90	0,14	0,030	0,176	—
Barroccio da trasporti	1,96	0,17	0,029	0,166	—
Calesse	1,48	0,05	0,036	0,240	0,034
Cariaggio.	1,50 0,86	0,05	0,036	0,300	0,037
Diligenza.	1,50 0,86	0,13	0,029	0,160	0,020

Rileviamo che se il baroccio pesa 1500 kilog. sopra una strada a massicciata e rinterro regolare, di qualità tenace, occorrerà una trazione di 1500 $\times$ 0,029 = 48,5 invece di 49,90 siccome indica Morin.

Per determinare la trazione necessaria ad un veicolo carico, sopra una strada a pendio, bisogna osservare che oltre il peso del veicolo il cavallo è obbligato ad elevare il peso del proprio corpo. Se chiamiamo h la differenza di livello per unità di misura, p il peso del cavallo; lo sforzo fatto per elevare il peso p, all'altezza h, sarà espresso per $p \times h$; chiamiamo pertanto p il peso del veicolo carico, m il coefficiente di confrecazione avuto riguardo allo stato della strada, qual coefficiente potrassi scegliere fra quelli degli antecedenti prospetti, n il numero dei cavalli; la trazione T del veicolo, sarà espressa da $P\ (h + m)$ e per conseguenza la trazione totale, o il lavoro di ciaschedun cavallo diverrà:

$$T = \frac{P\ (m + h)}{n} + p\, h.$$

Sia una pendenza di 0,05 per metro, il peso di ognuno dei cavalli essendo di 300 kilogr. quello del veicolo carico di 5000 kilogr. il coefficiente di trazione 0,03; il numero dei cavalli 4; la trazione in piano sarà espressa da 0,03 × 5000 = 150 kilog. e per cavallo kilog. 37,5; la trazione sul detto pendio sarà:

$$\frac{5000 \times (0,03 + 0,05)}{4} + 300 \times 0,05 = 115 \text{ kilog.}$$

Quando simili montate sono frequenti, questo risultato deve far sentire la necessità di farne gran conto nella quantità del carico dei veicoli, e nel numero dei cavalli da attaccarvi. Allorchè la montata deve durare più di 100 metri, bisogna prendere un cavallo di rinforzo, per superare l'ostacolo, ogni qualvolta che la trazione addossata ad ogni cavallo può eccedere i 75 kilogrammi.

Se il veicolo deve discendere la pendenza, la formula addiviene:

$$T = \frac{P\,(m - h)}{n} = p\,h,$$

e sotto le medesime condizioni, avremo:

$$\frac{5000 \times (0,03 - 0,05)}{4} - 300 \times 0,05 = -40 \text{ kilog.}$$

Il tiro diviene negativo, per conseguenza bisognerà serrare la martinicca o mettere la scarpa; allora la confrecazione di ruotamento cambiasi in confrecazione di strisciamento, lo che aumenta il coefficiente m ma soltanto per una sola ruota, se non si ferma che una ruota sola.

§. IV. Numero degli animali da attaccare ad un veicolo, e modi di attacco.

L'esperienza ha dimostrato che specialmente per i trasporti in servizio dell'agricoltura, avvi molto vantaggio ad isolare le bestie da tiro, perchè i cavalli spesso tirano disugualmente con dispersione di forze, tanto per causa delle loro differenti qualità individuali quanto per cagione dei tragitti spesso ineguali e ripidi. Ma allorchè ciaschedun cavallo deve pensare al proprio carico, questo si proporziona alla forza di ciascheduno animale, quale trovasi obbligato ad impiegare costantemente, ed a misura della resistenza, la propria forza. In generale ognor più si abbandona il sistema di far tirare i cavalli per mezzo di una larga cigna posta a traverso del pettò, quale mal si adatta alla conformazione irregolare di questa parte del cavallo, e reca impedimento ai movimenti del fianco. Il collare meglio risponde sotto tutti i rapporti allo scopo; da questo collare partono le tirelle che si attaccano alle stanghe, o al collare del cavallo che segue allorchè gli animali sono disposti a file.

Se l'uso del collare è riconosciuto conveniente più di ogni altro modo di attacco per il cavallo, non è così relativamente all'attacco dei bovi. Alcuni credono da preferirsi il giogo, altri il collare.

Secondo il costume dei vari paesi si aggiogano i bovi in varie guise. 1.° Si adotta ii giogo formato da un pezzo di legname a due incavature, alla testa dei due bovi, in maniera da farlo riposare sulla base delle corna; si guarnisce di cuscinetti o di covaccioli di paglia che preservano la fronte degli animali dal rustico contatto del legno. Questo giogo attaccasi alla

loro fronte col mezzo di forti cignie che si avvolgono intorno alle corna, e che servono altresì a fissare il timone nell' intervallo intermedio alla testa dei due animali. 2.° Si adatta il giogo sul collo, tenendovelo fisso con staffe curve di ferro che vengono unite da una cigna sotto la gola. 3.° Si dispone una tavoletta concava, sulla fronte di ciascheduno degli animali, e che è indipendente da quella del suo vicino; questo modo di attacco permette di farli tirare accoppiati, oppure ponendone uno dopo l' altro, ed anche serve ad attaccarne uno solo. 4.° Si adoprano due gioghi per ciaschedun bove, l' uno simile al giogo consueto, e posto alla base delle corna; l' altro più leggiero, ed appoggiato sulla parte inferiore del collo, quale viene destinato a sopportare il peso del timone, di cui la testa trovasi in tal modo libera. 5.° Infine si attaccano i bovi come i cavalli per mezzo del collare.

Il primo sistema tiene molto assoggettati i bovi se specialmente sono alquanto focosi, ma li obbliga a stare con la testa incurvata e depressa. Nel secondo, l' azione dell' animale è molto più libera, ma ancora con questo mezzo del giogo sul collo, si padroneggiano e bene si dirigono i loro movimenti; peraltro i bovi rimangono deteriorati con delle callosità qualche volta nocive, e che si sviluppano sul punto del collo ove è riconcentrata la forza di trazione. Nel terzo modo si và incontro agli inconvenienti del primo, ma gli animali ottengono alquanta più libertà nei loro movimenti. Nel quarto incontrasi una certa complicanza di apparato contraria alle esigenze delle faccende rusticane ma l' animale meglio esercita la sua azione di forza, purchè non siano i bovi indocili ed ombrosi, poichè in questo caso il giogo in comune è l' unico mezzo utile per infrenarli più efficacemente.

Nel quinto poi chè prescrive l' uso del collare, è certo che ottegonsi dagli animali dei movimenti più spediti l' azione di forza è meglio distribuita, il passo è molto più veloce, anche nelle incumbenze faticose, ma con tal mezzo di assoggettamento mal può vincersi quella certa innata selvatichezza dell' animale, e per volerne tirar partito, bisognerebbe prima in ogni caso, domar bene i bovi e romperli al giogo, onde poter poi dopo resi docili, servirsene col mezzo del collare. È altresì una delle cagioni che distolgono dall' adozione del collare, quella della necessità di procurarsi questo genere di finimenti dalselliere, mentre il giogo in confronto, costa piccolissima spesa e può prepararsi dai manifattori ordinari dell' azienda agricola.

Da tutto ciò che è stato detto si deduce che a norma delle speciali circostanze può essere utile l' adozione di un sistema di attacco, più che quella di uno altro; nei paesi ineguali, tenaci e di collina, sarà sempre da preferirsi il giogo, perchè mediante questo, è più facile di guidare i bovi ed ottenere così nei lavori, la necessaria regolarità e perfezione; inoltre nelle ripide montate, e nei passi pericolosi, il giogo così bene si accorda con il grado di forza di questi animali, che riesce quasi impossibile di incorrere in inconvenienti, mentre d' altro lato, gli arnesi usuali ben poco durano di fronte a questa forza, e può bene spesso il loro spezzarsi, produrre gravissime sventure I Bufali più indocili ancora dei bovi, non possono esser condotti che sotto il giogo, e col mezzo di una campanella di ferro passata nelle loro narici. Sarebbe pericoloso il lasciare maggior libertà di movimento a questi animali.

§. VII. Istrumenti da trasporto a braccia di uomo.

Paniere, corbellino. — Portansi sulla spalla e sulla testa, specialmente dalle donne e dai ragazzi; l'impiego ben inteso di questo utensile, può apportare qualche guadagno a quelle classi operaie che per possedere tenue forza sono le più sventurate e derelitte.

Il corbellino empiesi con terra o altre materie, da 9 a 15 kilog. secondo la forza dell'operaio. Nelle operazioni di sterro, allorchè il trasporto della terra deve farsi a discreta distanza, bisogna proporzionare il numero di questi trasportatori alla quantità di terra che può essere supplita dagli scavatori, e fare in modo che alla sua volta, il manuale di ritorno trovi un corbellino già carico, e non debba rimanere in aspetto, con dispersione di tempo utile; è necessario ancora un manuale stazionario destinato ad aiutare l'addossamento dei corbellini carichi. Con queste precauzioni, i manuali fanno 3000 metri per ora, andando carichi e ritornando a vuoto; l'andatura a vuoto è più spedita di quella dell'operaio con il carico. Questo genere di lavoro ha il vantaggio di potere esser fatto in qualunque situazione ineguale e scoscesa.

Bigoncia, *corba*, *cesta*, *paniera*, *corbello* ec. nei paesi montagnosi mancanti di buone strade e nell'interno dei poderi, praticansi spesso i trasporti delle derrate a spalla d'uomo, con qualcheduno di questi utensili. Il carico per un'uomo di media forza è da 50 a 60 kilog. In pianura, per media fra l'andata ed il ritorno, fannosi 2500 metri per ora e 2000 se il tragitto è lungo. Se il tragitto è ripido la compensazione di tempo fra la montata e la discesa, lascia uno scapito nella totalità del tempo impiegato; questo sca-

pito sarà di un quinto o di un sesto, cioè nel totale occorrerà un tempo maggiore di un sesto o di un quinto di quello occorrente in pianura.

Barella. — Le barelle sono istrumenti economici, che possono costruirsi prontamente ed in gran numero, a seconda del bisogno; un pezzo di asse inchiodata sopra due stanghe formano il tutto. I due uomini che la traggono sopportano un carico di 40 a 50 kilogrammi; i muratori trasportano a brevi distanze 80 a 100 kilog. di materie, ma tal lavoro non potrebbe continuarsi per lungo tempo. I portatori di derrate, percorrono 2500 metri ad ora, quando il tragitto è minore di 100 metri. Per un tragitto più lungo occorre un'ora per 2000 metri. Il ritorno a vuoto non è più rapido dell'andata, dovendo essere sempre concordi i movimenti dei portatori. Mal si adatta questo modo di trasporto per le ripide montate, perchè il carico, o scorre sulla tavola, o pesa tutto a carico del portatore che rimane più basso.

Cariuola. — La dimensione ed il carico della cariuola suol variare considerabilmente; nei grandi lavori di terrapieno, la cariuola porta 50 kilogrammi il conduttore fà 2400 metri per ora, tanto al tragitto, quanto al ritorno. La resistenza al girare della ruota è proporzionale alla natura del suolo; mal si adopra sui terreni cedevoli e melmosi. Quando una strada pende più dell'8 per 100, bisogna rinunziare all'utile impiego di questo veicolo.

Si è riconosciuto che per ottenere il maximum di lavoro, bisogna che la distanza da percorrere per ciaschedun trasporto sia proporzionata al carico, di modo che, se la cariuola pesa 15 kilogr. il carico di 40 kilog. è quello che conviene ad una distanza di 34 metri; se il carico fosse 50 kilogr. la lunghezza del

tragitto sarebbe ridotta a 29 metri. Come per tutti i veicoli a ruote, il lavoro che resulta da un più forte carico, è in un rapporto più debole di quello che resulta dalla maggior distanza a percorrere. E più utile al manuale coltimante di caricar molto per trasportare ad una distanza minore. La cariuola adoprasi utilmente, cambiando il veicolo vuoto con quello carico. Una volta riconosciuto che il più vantaggioso lavoro consiste nel trasportare un carico di 40 kilog. alla distanza di 34 metri; se abbiamo una distanza doppia da percorrere potremo avere allora due conduttori e due cariuole. Il primo menerà la cariuola carica a 34 metri; la incontrerà il secondo di ritorno con il veicolo vuoto; seguirà il baratto delle cariuole ed il primo tornerà a vuoto al punto di carico. Con gli altri utensili a braccia d' uomo, questo cambio sarebbe più incomodo e prudurrebbe una rimarcabile dispersione di tempo e di forze.

§. VIII. Confronto dei trasporti con i diversi veicoli, compreso il ritorno a vuoto.

La distanza alla quale deve farsi il trasporto è uno dei primi elementi che entrano in questi calcoli. In effetto il cambiamento deve farsi quante volte quanti avvi ritorni, ed il numero dei ritorni è tanto maggiore quanto più la distanza da percorrere è piccola. Di più la lunghezza dei viaggi, non è la stessa per tutti i modi di trasporto: essa è la minore possibile per la barella a causa della fatica che provano le braccia sforzate dal peso che sopportano; succede altresì che in qualcheduno di questi modi, l' andata è più lenta del ritorno, in un certo tal rapporto, che non è lo stesso per tutti; in fine la natura della strada da per-

correre, e la sua inclinazione, subiscono altresì degli effetti diversi, secondo i diversi modi adottati.

Nei prospetti che seguono fù preso per comodo, di mira il trasporto di materie pesanti, come la marna, la calce, la terra ec. ma i risultati che ne emergono potranno applicarsi facilmente ai trasporti delle derrate, poichè le piccole modificazioni che potrebbero esservi indotte per renderli esattamente consentanei a questo secondo oggetto sono da considerarsi minime e quasi disprezzabili.

Nei detti prospetti, supponghiamo che la distanza a cui deve farsi il trasporto, varii da metri 20 a 1000 e deduchiamo il prezzo relativo a queste diverse distanze, per ciaschedun veicolo.

Condizioni. —

Pianere ec. — Velocità 30000 metri per giorno, peso medio portato 10 kilog. prezzo della giornata dei portatori, franchi 0,65; prezzo della giornata del caricatore franchi 2; peso caricato dal caricatore nella giornata kilog. 34292; un manuale per elevare il peso sulla testa dei portatori, giornata franchi 1.

Bigoncia ec. — Velocità 20000 metri; peso portato, kilogr. 50 peso caricato dal caricatore, kilogr. 34292; prezzo della giornata fr. 2 per uomo.

Barella. — Velocità 20000 metri; peso portato, kilogr. 50; peso caricato kilogr. 34292; prezzo della giornata, franchi 2 per uomo.

Cariuola. — Velocità 24000 metri; peso portato, kilogr. 40; peso caricato kilogr. 34292; prezzo della giornata, franchi 2 per ogni operaio.

Distanza	Numero dei carichi	Peso trasportato da ogni uomo	Numero dei manuali per un caricatore	Prezzo totale delle giornate	Prezzo del trasporto di 100 kilog. alla distanza indicata	Prezzo del trasporto di 100 kilog. ad un kilometro
			per il paniere, ec.			
metri	n.	kilog.	n.	fran.	fran.	fran.
20	750	7500	4,57	6,43	0,019	0,95
30	500	5000	6,86	8,13	0,024	0,80
40	375	3750	9,14	9,86	0,029	0,72
50	300	3000	11,43	11,57	0,034	0,68
60	250	2500	13,71	13,27	0,039	0,65
100	150	1500	22,86	20,14	0,058	0,58
500	30	300	114,31	88,73	0,260	0,52
1000	15	150	228,61	174,45	0,508	0,51
			per la bigoncia, ec.			
20	500	25000	1,37	4,74	0,013	0,65
30	333	16650	2,05	6,10	0,017	0,56
40	250	12500	2,74	7,48	0,022	0,55
50	200	10000	3,43	8,36	0,024	0,48
60	167	8350	4,11	10,22	0,029	0,47
100	100	5000	6,86	15,72	0,046	0,46
500	20	1000	34,29	68,58	0,200	0,40
1000	10	500	68,58	139,00	0,278	0,28
			per la barella;			
20	500	25000	2,74	7,48	0,022	1,10
30	333	16650	4,10	10,20	0,030	1,00
40	250	12500	5,48	12,96	0,038	0,95
50	200	10000	6,86	15,72	0,046	0,92
60	167	8350	8,22	18,44	0,054	0,90
100	100	5000	13,72	29,44	0,086	0,86
500	20	1000	68,58	139,16	0,400	0,80
1000	10	500	137,16	276,32	0,806	0,80
			per la cariuola.			
20	600	24000	1,42	4,84	0,014	0,70
30	400	16000	2,14	6,28	0,018	0,60
40	300	12000	2,84	7,68	0,022	0,55
50	240	9600	3,51	9,02	0,026	0,52
60	200	8000	4,28	10,56	0,031	0,50
100	120	4800	7,15	16,30	0,048	0,48
500	24	960	35,72	73,44	0,214	0,43
1000	12	480	71,44	144,88	0,422	0,42

Carrettone. — CONDIZIONI.

L'azione di situare il carrettone al punto di scarico, esige cinque minuti, equivalenti a metri 300 di cammino percorso; l'azione di vuotarlo, è di rimettere il cavallo in gita, esige due minuti, equivalenti a metri 120 di strada percorsa; così nei calcoli che avranno luogo per valutare il viaggio dei carrettoni, bisognerà aggiungere 420 metri alla distanza a cui sono portati i materiali per ottenere il numero possibile dei viaggi in un giorno. In una giornata, il carrettone percorre metri 36000; il caricatore, carica 16791 kilog. di terra; il carico del carrettone ad un cavallo è di kilog. 900; se si stabilisca la giornata del cavallo e conduttore in tutto franchi 4,64 avremo per le diverse distanze.

Distanza	Numero dei Viaggi	Numero dei kilog. di terra trasportata in un giorno	Numero dei caricatori per attaccatura	Prezzo della giornata	Prezzo di 100 kilog. trasportati alla distanza	Prezzo di 100 kilog. trasportati ad un kilometro
Metri	Num.	Kilog.	Num.	Franc.	Franc.	Franc.
20	78,2	70380	4,19	13,02	0,0187	0,930
30	75,0	67500	4,02	12,68	0,0186	0,620
40	72,0	64800	3,83	12,30	0,0189	0,470
50	69,2	62280	3,74	12,12	0,0194	0,390
60	66,6	59940	3,56	11,76	0,0196	0,330
100	58,1	52290	3,11	10,86	0,0208	0,210
500	25,4	22860	1,36	7,36	0,0322	0,060
1000	14,9	12810	0,76	6,16	0,0481	0,050
18000	1,0	900	0,59	5,82	0,6470	0,035

Ponendo frattanto a confronto fra loro, questi diversi modi di trasposto, troviamo che il valore di trasporto di 100 kitogrammi ad un kilometro, costerà per ciascheduno di essi, ed alle diverse distanze:

Distanze	Paniere, ec.	Bigoncia, ec.	Barella	Cariuola	Carrettone
metri	fran.	fran.	fran.	fran.	fran.
20	0,95	0,65	1,10	0,70	0,93
30	0,80	0,56	1,00	0,60	0,62
40	0,72	0,55	0,95	0,55	0,47
50	0,68	0,48	0,92	0,52	0,39
60	0,65	0,47	0,90	0,50	0,33
100	0,58	0,46	0,86	0,48	0,21
500	0,52	0,40	0,80	0,43	0,06
1000	0,51	0,28	0,80	0,42	0,05

Così fino alla distanza di metri 30 resulta più vantaggioso di fare i trasporti con la cariola o con la bigoncia piuttosto che con il carrettone; al di là di tali distanze il carrettone ha la superiorità; dietro questi risultati è facile di scegliere quei mezzi di trasporto, che più si confanno alle circostanze locali, al loro intrinseco importare ed alla speditezza delle operazioni Per esempio qualche volta, nonostante il costo maggiore, può convenire di prescegliere il paniere, il corbellino, la bigoncia, ec. per lo sgombro rapido di un ammasso di suolo, poichè con questo mezzo, e stante la semplicità e minimo costo degli utensili occorrenti possono moltiplicarsi i manuali, ed in conseguenza ottenere un lavoro doppio quadruplo, ec. in un tempo determinato.

SEZIONE X. — Delle macchine proprie ad elevare l'acqua.

I vantaggi dell' irrigazione sono stati lungo tempo riservati ai terreni situati in modo da potervi derivare l' acqua corrente con facilità e da un letto più elevato; si è ben lontani dall' avere tirato partito da tutte le acque che possono beneficare i fondi inferiori, e giova sperare che universalmente le mire verranno rivolte al perfezionamento di questa sorgente inesausta di fertilità e abbondanza. Ma tutti i terreni non sono così vantaggiosamente situati e per quelli pei quali si sarebbero potute facilmente derivare le acque, tanti ostacoli si sono frapposti per attraversarne il godimento, che si è spesso stati obbligati a sollevare ad un più alto livello le acque che trovavansi le meno lontane, onde supplire al mancamento di quelle che avrebbero potuto facilmente e naturalmente voltarvisi. Altresì quanto meno la pratica dei canali, trovasi invalsa in un paese, tanto più per far prosperare l' agricoltura è necessario occuparsi delle macchine, ed in molti luoghi si è costretti a ricorrere all' impiego dei mezzi meccanici onde ottenere l' acqua necessaria all' irrigazione, non solamente nelle posizioni in cui non potrebbe aversi un' acqua scorrente di livello superiore, ma ancora in quelle, in cui sia per associazioni particolari, sia per lavori generali intrapresi dallo stato, potrebbero essere fertilizzati degli interi territorî, conducendovi dei canali. Non entreremo qui nella dettagliata descrizione degli apparecchi utili a tale scopo, e rinvieremo coloro che intendessero occuparsi della costruzione delle macchine, agli speciali

trattati, fra i quali segnaleremo principalmente quello d'idraulica di D' Aubuisson; soltanto noi procureremo di presentare delle idee generali, e proprie a dirigere gli agricoltori nella scelta fra questo genere di macchine.

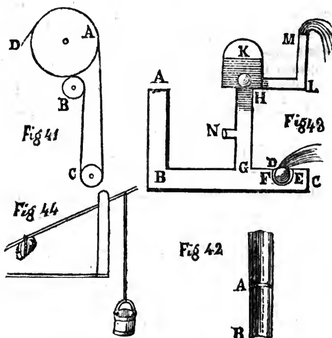
Le macchine idrauliche dividonsi opportunamente in nove classi; 1,° quelle ove si agisce sull' acqua per percussione, 2.° quelle in cui ci serviamo dell' aderenza dell' acqua per un corpo che giri rapidamente, 3.° quelle in cui ponesi in uso la proprietà di un corpo in movimento a persistere nella sua azione 4.° quelle in cui impiegasi una forza che agisce in senso contrario della gravitazione, 5.° quelle che agiscono per l' effetto di un piano inclinato, 6.° quelle nelle quali l' acqua sale per la pressione dell' atmosfera sulla sua superficie superiore, 7.° quelle in cui dislocasi l' acqua, occupando il suo luogo per mezzo di un corpo solido, 8.° quelle in cui ci serviamo della forza centrifuga, 9.° quelle che impiegano la reazione dell' acqua.

§ I. Macchine a percussione.

La gotazza o paletta, è la più semplice di queste macchine. Essa è una pala concava che immergesi nell' acqua, e che rialzasi vivamente dirigendo il getto in avanti. È così che si innaffiano i concimi, laddove mancano le pompe, ed i piccoli spazi di suolo situati in riva dei corsi di acqua. Un' uomo eleva in ore otto 48,000 litri di acqua, o 48 metri cubi, ad un metro di altezza.

§. II. Macchine che agiscono per l'aderenza dell' acqua.

La macchina di Vera (Fig. 41), consiste in una corda senza fine, passante sopra una puleggia *A*, situata sopra la bocca di un pozzo, diretta verso il fondo della piccola puleggia *B* e girata in fondo al pozzo nell' altra puleggia *C*. Se imprimesi un rapido movimento di rotazione alla puleggia *A* l' acqua che aderisce alla corda



viene a versarsi in *D* in un apposito recipiente. Si è sostituito un nastro di tela alla corda per ottenere una

quantità di acqua maggiore. In questo meccanismo, è necessaria però una così grande rapidità di movemento, che ben presto tutte le sue parti rimangono consunte ed inservibili.

§. III. Macchine impieganti la forza d'inerzia.

Queste macchine sono basate sul principio, che se un corpo è animato di una certa velocità e viene ad urtarne un'altro allo stato di riposo, esso non perde che una parte della propria velocità e continua a moversi con quella che le rimane.

Supponghiamo un tubo seguito di due valvule aprentesi dall'esterno verso l' interno, e situate ad una certa distanza l' una dall' altra; se immergasi rapidamente questo tubo nell' acqua in riposo, l' acqua aprirà la valvula inferiore e penetrerà nel tubo ad una certa altezza; quando solleverassi questo tubo, il peso dell' acqua farà chiudere la valvula. Se dopo la prima immersione lo spazio *A B* (Fig. 42.) è ripieno di acqua, e che se ne faccia una nuova, il secondo urto farà aprire le due valvule, e l' acqua entrerà al disopra della valvula *B*; continuando a ripetere quest' urto l' acqua verrà a raggiungere molta altezza. Questo è ciò che dicesi, la canna idraulica.

In luogo di un corpo solido in movimento, che agisca contro l' acqua in riposo, supponghiamo l' acqua in movimento e percuotente un corpo solido; vediamo ciò che succederà. L' acqua cade da una certa altezza nel tubo *A B* (Fig. 43,) percorrendo il tubo *B C*, essa trova l' apertura *D* da cui ottiene sfogo; ma per la sua impulsione essa spinge la palla, *E* racchiusa da una reticola *E F* contro l' apertura *D*, che chiude; allora l' acqua è obbligata di elevarsi nel tubo *G H*

essa solleva la valvula *H* ed entra nel recipiente *K* di cui essa comprime l'aria. Questa compressione agisce sull'acqua, e la valvula *H* si richiude; allora l'aria continuando sempre a reagire, spinge l'acqua nel tubo *L M* da cui sorte in continuo getto. Frattanto la valvula *D* che è un poco più pesante dell'acqua, non provando più la stessa impulsione dal momento che la valvula *H* si è aperta, apresi essa pure, e si richiude a vicenda appena che richiudesi la valvula *H*; a ciascheduna di queste alternative avvi un'urto che fa salire una nuova colonna di acqua. La piccola valvula *N*, che comunica con l'aria esterna, apresi al momento della depressione della colonna d'acqua montante, ed un piccolo getto di aria penetra con la nuova emissione di acqua, nel recipiente *K*, per rinnovarsi quella che viene incessantemente assorbita dall'acqua. Tale è il meccanismo dell'*ariete idraulico* di Montgolfier; la proprietà distintiva di questa macchina è quella di far salire ad un'altezza indefinita una piccola quantità di acqua, col mezzo di una forte corrente; questa macchina può essere utile per elevare una mediocre quantità di acqua, attingendola da una corrente di livello inferiore per comodo di una piccola irrigazione. Ma la perdita di acqua diviene così considerabile a misura che aumenta l'altezza, e l'azione delle valvule così violenta, che ancora non facendo attenzione alle frequentissime riparazioni che vi abbisognano, può dirsi che questa macchina non potrà giammai servire per alimento di estese irrigazioni. D'altronde se l'altezza da raggiungersi con l'acqua non è grande, molte altre macchine di meno complicato meccanismo potranno avere la preferenza.

La tavola seguente di Etelweyr indica gli elementi del calcolo che può stabilirsi per fare uso dell'ariete idraulico.

Numero delle percussioni per minuto	Altezza della caduta	Volume d'acqua dispensata	Volume d'acqua elevata a secondo	Altezza alla quale l'acqua è portata	Effetto utile	Lavoro del motore	Rapporto del lavoro all'effetto utile
n.	metri	litri	litri	metri	kilog.	kilog.	metri
66	3,066	48,4	15,40	8,02	123,00	148,00	0,835
42	2,262	49,8	6,82	11,78	112,00	102,00	0,830
23	1,255	50,5	2,95	11,78	34,70	63,40	0,547
10	0,601	44,6	0,41	11,78	4,80	26,80	0,179

Così per ottenere dall'ariete, ciò che può aversi da altre macchine, cioè più di 0,5 della forza impiegata, bisogna che la caduta non sia minore di metri 1,255, ma allorchè questa caduta è di metri 2,262 non ottiensi che 0,83 della forza. Vedesi inoltre che una gran parte dell'acqua è perduta, poichè ad un'altezza di metri 1,255 non si eleva che la sedicesima parte di quella che ha agito sulla macchina, ed a metri 0,601 di caduta, ottiensi solo circa la centesima parte dell'acqua impiegata. Se dunque l'acqua che vuolsi elevare, ha una lieve pendenza, o è poco abbondante, vedesi quanta tenue utilità, sia da ripromettersi dall'uso di questa macchina.

§. IV. Macchine che impiegano una forza che agisce in senso contrario della gravitazione.

L'acqua attinta da un pozzo col mezzo di una secchia attaccata ad una corda che passi sopra una puleggia posta in alto, è l'applicazione più semplice della forza impiegata in senso contrario della gravitazione. Facilitasi questa operazione con i soccorsi della

meccanica, sia facendo avvoltare la corda intorno ad un verricello, lo che economizza la forza a spese del tempo impiegato ad attingere l' acqua, sia, allorchè l'acqua è poco profonda, impiegando l' uso della leva. Si applica allora la forza all' estremità del lato maggiore. (Fig. 44.) puossi utilmente collocare a questa estremità, un peso che diminuisce la forza necessaria per far salire la secchia allorchè è piena. Questo peso deve essere però tale da fare soltanto equilibrio con la secchia vuota, poichè bisogna sollevarlo per far calare la secchia e per riempirla. Se in luogo di una secchia legata ad una corda, si collocano una serie di secchie o di vasi intorno ad una ruota verticale, immersa nell' acqua alla sua parte inferiore, si ha la ruota a ciotole, ad ingranaggio e la *noria*. Se trattasi dell' acqua di un fiume a rapida corrente e livello poco variabile per una gran parte dell' anno, collocasi la ruota immediatamente alla riva; in caso contrario, bisogna dirigere l' acqua in un canale apposito, facendola arrivare alla ruota per mezzo di una doccia. Elevasi così l' acqua all' altezza del diametro della ruota, per mezzo delle ciotole, vasi o recipienti attaccati alla sua periferia, o all' altezza del raggio della ruota stessa, col mezzo di concave doccie partenti dalla circonferenza e riversanti oltre l' altezza del centro della ruota, secondo che esige il livello delle terre a cui vuolsi elevare l' acqua. Le ruote a recipienti stabilite sui bordi dell' Adige portano l' acqua a 7 o 8 metri di altezza, essendo questa la dimensione del loro diametro. L' acqua è in questa combinazione di cose, ottenuta quasi gratuitamente, poichè non costa che la spesa dello stabilimento della macchina; allorchè queste ruote attingono l' acqua in un fiume soggetto a delle piene, si è praticato il mezzo di potere elevare tem-

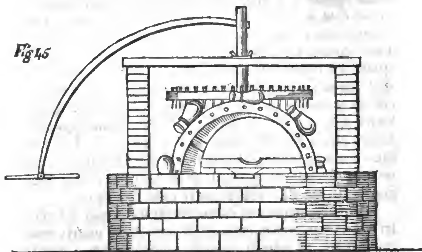
porariamente tutta la ruota trasportando il suo centro in una posizione più elevata.

Per stabilire una ruota a recipienti in proporzioni convenevoli, bisogna in primo luogo conoscere la forza di cui puossi disporre; ne abbiamo già indicato il mezzo nella prima parte a carte 8. Trattandosi attualmente di proporzionare il volume dei recipienti che salgono ripieni di acqua, a questa forza, potremo calcolare sopra una perdita di 0,6. Le ciotole, i vasi, i recipienti qual siansi, sono collocati sui lati della ruota in modo che possino essere immersi totalmente nell'acqua in ciascheduna rivoluzione. Supponghiamo che essi sieno cubici, ed abbiano metri 0,3 di lato essi allora presenteranno all'acqua una superficie di 90 centimetri quadrati. Supponendo la velocità della corrente eguale a 2 metri per minuto secondo, Poncelet ci ha data a norma delle esperienze di Bossut, una formula che rappresenta la forza trasmessa dalla ruota. Ecco questa formula $F = 80\ A\ V\ (V - v)\ v$, nella quale A è l'area del recipiente verticale; V la velocità dell'acqua; v, quella della circonferenza della ruota, che in generale poco si allontana dalla metà della velocità dell'acqua; F, indica la forza trasmessa. Abbiamo allora $F = 80 \times 0{,}90 \times 2 \times (2 - 1) \times 1 = 144$ litri. Avremo dunque 144 litri di acqua elevati per ogni minuto secondo all'altezza di un metro, e per ogni giorno di ore 24, 12442 metri cubi di acqua.

Supponghiamo che debba elevarsi l'acqua a 4 metri; la circonferenza della ruota sarà di 12 metri, essa impiegherà 12 minuti secondi a fare un giro; distribuendo 20 recipienti sulla circonferenza della ruota, il loro punto di attacco verrà spazzieggiato di metri 0,60 dall'uno all'altro; ogni recipiente potrà contenere circa 84 litri di acqua.

Se vogliasi aumentare la potenza della ruota, nei casi in cui possa aversi una abbondante massa di acqua, come succede allorchè la ruota viene stabilita sopra due battelli in un fiume, non si dovrà che accompagnare ciaschedun recipiente con una pala che presenti una larga superficie alla corrente. Supponghiamo che la superficie di questi recipienti che viene presentata all' immersione sia di due metri quadrati, avremo nelle medesime condizioni sopra indicate: $F = 80 \times 2 \times 2 \times 1 = 320$, e per elevare l'acqua a 4 metri, dovremo avere dei recipienti della contenenza di 192 litri cioè $320 \times 0,6$ e per ogni giornata di ore 24 potremo attingere 16589 metri cubi di acqua.

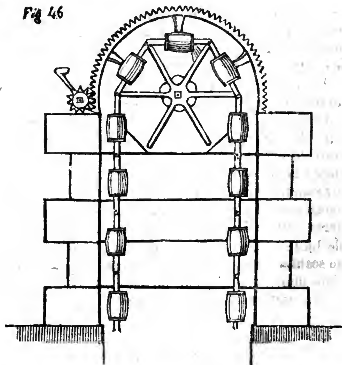
La ruota a recipienti può essere posta in movi-



mento dalla corrente dell'acqua, e del pari, dalla forza dell' uomo o degli animali, col mezzo del tamburo indicato a carte 61, ed infine col mezzo del tiro

intorno al pozzo. Ma se la conserva dell'acqua è molto bassa di fronte al centro della ruota, si comprende, che bisognerebbe assegnare alla ruota un grandissimo diametro, e quindi il suo attrito indurrebbe la necessità di una gran forza motrice.

In tal caso si rimedia facendo passare sopra un tamburo una corda senza fine, portante i recipienti, che riempionsi allorchè sono pervenuti alla parte inferiore del loro circuito, e che si vuotano nel percorrere la superficie curva del tamburo nella parte superiore; la metà dei recipienti è dunque piena, e l'altra metà vuota. Eseguendo grossolanamente questo congegno con il tamburo di legname e con delle anfore di terra cotta per recipienti si ha la noria degli Arabi. Nelle località più raffinate in fatto di macchine, è stato sostituito un sistema meglio combinato e che causa una minor deperdizione di forze. Consiste in un tamburo esagono di ferro fuso messo in azione da



una ruota ad ingranaggio con altra minore, quale muovesi per mezzo di un maneggio; una catena di barre di ferro, lunga quanto occorre per raggiungere il livello dell'acqua, e chiusa in giro, è adottata in vece del canapo; ognuna delle barre di questa catena, essendo lunga quanto un lato dell'esagono del tamburo, ritiene alla sua metà un vaso di zinco, e se la convenienza porta ad impiegare una forza considerabile per il movimento della macchina, i recipienti potranno essere tanti bariletti di legno cerchiati di ferro. Ogni divisione della catena si applica successivamente per l'effetto della rotazione del tamburo, a ciasche-

duno dei lati dell' esagono ed i recipienti che vi sono uniti, versano l' acqua che hanno attinta, in una doccia, per il servizio dell' irrigazione. I recipienti devono avere un piccolo foro nel fondo, onde lasciare sfuggire l' aria a misura che si empiono d' acqua. L' acqua che perdesi da questi fori del fondo non è molto considerabile perchè ricade successivamente nel recipiente sottoposto. La spesa di costruzione dei noria sopra descritti della forza di un cavallo, ascende da 500 a 700 franchi. Questa macchina utilizza un' aliquota di forza in rapporto diretto con l' altezza a cui elevasi l' acqua; cioè per 1 metro di altezza, 0,48 della forza, per 2, 0,57; per 3, 0,63; per 4, 0,66; per 6, 0,70.

Determinasi facilmente la forza perduta, applicando il dinamometro, o soltanto una stadera a molla, alla macchina spogliata dei suoi recipienti; misurasi in seguito la forza che esige, allorchè è corredata dei suoi recipienti ripieni, impiegando lo stesso metodo.

In un' esperienza fatta sopra un noria che inalzava l' acqua a metri 3,40, la catena faceva 4 giri per minuto; ciaschedun giro versava 6 recipienti di 25 litri, lo che produce per una giornata di otto ore, metri cubi di acqua 288, o 979 metri cubi all' altezza di un metro. Ma questo effetto veniva prodotto dalla forza di un cavallo forte ed animoso, quale non proseguiva la trazione per tutto l' intero tempo, nel quale un cavallo meno ardente avrebbe potuto durare.

La circonferenza descritta dal maneggio era di 18 metri, che il cavallo percorreva in 15 secondi; faceva dunque metri 1,20 a secondo, dispiegando una forza di 50 a 60 kilogrammetri; esso elevava 10 litri di acqua per secondo all' altezza di metri 3,40 o 34 litri all' altezza di un metro. Esso impiegava dunque utilmente 0,57 dalla sua forza, cioè un poco meno di

quello che portano le esperienze sopra indicate. Citeremo un' altra esperienza fatta con un cavallo di media statura e forza, quale lavorava otto ore in una giornata, cioè 4 a buon mattino e 4 dopo tre di riposo. La macchina era eguale a quella già indicata. L'animale percorreva metri 0,90 a minuto secondo e spiegava una forza di 55 kilogrammi, producendo un lavoro meccanico di kilogrammetri 49,5. Esso elevava l' acqua a metri 5 di altezza, e produceva litri 6,4 per secondo; ciò che equivale a 32 litri elevati all' altezza di un metro, ed in 8 ore, a 922 metri cubi circa. Esso impiegava utilmente 0,65 della sua forza.

Per trovare il prezzo di impiego dell' acqua, esamineremo quali furono le spese occorse per lo stabilimento di un noria.

Escavazione di un pozzo quadrato, profondo 5 metri ed avente 4 metri di lato esterno, oppure un diametro medio di metri 3,80; occorsi metri cubi 80 di scavo e trasporto, a franchi 0,96 il metro cubo. Franchi 76,80

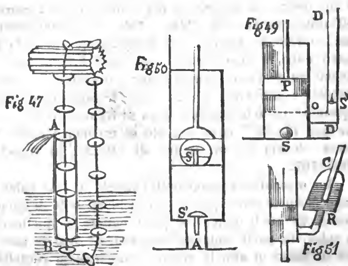
Metri quadrati 80 di rivestimento, a franchi 3 il metro	240,00
Pietrami per sostenere la macchina, per ricevere l' acqua e condotto di sfogo.	100,00
Noria e recipienti	700,00
Franchi	1116,80

avremo per interesse del capitale e per le spese di mantenimento, circa il valore del 10 per 100. F.[i] 111,68

Costo per 150 giorni di un cavallo della statura di metri 1,50 a franchi 812,42 per un' anno, corrispondente a 262 giorni di lavoro ordinario, $\frac{812,42 \times 150}{262}$	» 465,13
Spesa totale in un' anno. .	» 576,81.

Il prodotto resultante è come appresso: acqua elevata ad un metro di altezza, e nei centocinquanta giorni dell'anno, metri cubi 922 $\times$ 150 = 138300 metri cubi, o 138300 migliaja di kilogrammi (essendo il metro cubo di acqua eguale a 1000 kilogrammi); 138300 migliaja di kilogrammi, possono scriversi 138300^{tm} esprimendo il segno *tm*, le migliaja dei kilogrammi. Quindi l'annua spesa di franchi 576,81 divisa per 138300^{tm} darà il costo di un metro cubo di acqua elevata ad un metro di altezza, in franchi 0,0041707.

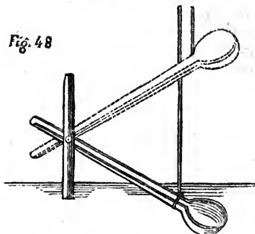
La macchina a cappelletti consiste in una catena lungo la quale sono spazieggiate delle ruotelle di quojo grosso, aventi il diametro quasi eguale a quello di un tubo, in parte immerso nell'acqua; se si fa scorrere di basso in alto la catena, ciascheduna ruotella solleverà altresì la porzione del liquido che le sta sopra e condurrà questo liquido fino all'altezza del tubo. Così la successione di queste ruotelle forma una serie di recipienti, di cui il fondo avvicinandosi alla bocca fa rovesciare l'acqua che vi è contenuta. Il suo movimento ottiensi per mezzo di un rocchetto orizzontale fatto girare da un maneggio. Questo rocchetto è profondamente canalato, tantochè il raggio delle animelle internasi negli intervalli fra un risalto e l'altro, e la catena cinge le parti risaltate del rocchetto che la mette in azione. Questa macchina, tanto



per il volume di acqua che può procurare, quanto per la delicatezza del suo meccanismo, è da posporsi al noria antecedentemente indicato.

§. V. Macchine che agiscono per l' effetto del piano inclinato.

Sia una pala a cucchiajo a lungo manico, fissato con un pernio ad un asta verticale; quando



il cucchiajo si abbasserà al disotto del livello dell'acqua, si riempirà di questa, e quando verrà sollevato fino ad una posizione che oltrepassi l'orizzontale, allora il cucchiajo verserà l'acqua nella doccia incavata nella lunghezza del manico. Se esista un secondo meccanismo consimile, che raccolga l'acqua dal recipiente in cui il primo l'ha versata, poi un terzo che la raccolga dal secondo recipiente, comprendesi che con tal modo potrassi elevare l'acqua indefinitamente. Ma l'operazione di che si tratta, ripetuta successivamente, abbisogna come vedesi di una moltiplicazione di congegni e di pile di ricetto dell'acqua. Così la macchina indicata, sebbene ripetutamente proposta, non è resultata conveniente in pratica se non se per elevare l'acqua ad una piccola altezza, ad un metro per esempio, adottando dei cucchiai con manico della lunghezza di due a tre metri.

La vite di Archimede, agisce secondo il medesimo principio, quello cioè di impiegare una forza per cambiare l'inclinazione del piano sul quale trovasi

l'acqua. A misura che essa gira, presenta consecutivamente all'acqua dei piani inclinati da discendere, elevandosi al tempo stesso l'acqua fino alla parte superiore del congegno. Si conosce che questa vite consiste in un tubo disposto ad elice intorno ad un'asse che porta due imperniature; l'estremità inferiore del tubo è immersa nell'acqua, e presso l'estremità superiore dell'albero è situata una manuvella che bisogna far girare acciò il liquido venga a dirigersi verso la parte superiore del tubo.

La quantità d'acqua elevata è maggiore a misura che l'asse della vite è più inclinato all'orizzonte. Se considerasi dunque che a misura che aumenta l'altezza a cui deve l'acqua essere elevata, anche la lunghezza della vite deve aumentare in proporzione maggiore, vedesi che vi è un limite oltre il quale l'albero diverrebbe oscillante, e per la sua posizione inclinata e per il peso dell'acqua che dovrebbe sopportare. La pratica ha insegnato che la maggior lunghezza da darsi all'albero è quella di metri 6,5 e che l'angolo di inclinazione più vantaggioso è quello di gradi 35, lo che porta ad un'altezza di metri 3,73; il diametro esterno della vite è di un dodicesimo della sua lunghezza; i passi della vite, di metri 0,432; la linea generatrice dell'elice, fa un'angolo di 67 a 70 gradi con l'asse; così vi hanno luogo tre spirali intere. Una tal vite, animata con la sola velocità di 16 a 20 giri per minuto, produce kilogram. 20,4 di acqua per giro di vite e per conseguenza litri 6,8 di acqua a minuto secondo, e per ogni giornata di ore 8, metri cubi di acqua 195,84. Questo è il prodotto che puossi ottenere dal lavoro di un'uomo. Ma impiegansi ordinariamente 12 uomini per questo movimento che si suppliscono 3 per 3 facendo girare la macchina con

tiro in senso orizzontale, camminando in giro sopra un ponte costruito all'altezza del manubrio. Così si ottengono 2400 metri cubi di acqua in una giornata di ore 12, ed il metro cubo di acqua elevato all'altezza di un metro viene a costare franchi 0,01.

§. VI. Macchine che elevano l'acqua per mezzo della pressione atmosferica.

Supponete un cilindro vuoto, immerso nell'acqua nella sua parte inferiore e nel quale muovesi un pistone *P* Fig. 49 di un'egual diametro. Alla parte inferiore del cilindro trovasi una valvula *S* che apresi di basso in alto; lungo il tubo di ascensione *DD'* trovasi un'altra valvula *S'* che si schiude nel medesimo senso. Se si solleva il pistone, ottiensi il vuoto nel cilindro che porta il nome di corpo di pompa, la valvula *S* si solleva, e l'acqua penetra sotto il pistone; al momento in cui si abbassa, la valvula chiudesi per l'effetto della pressione; allora l'acqua non trovando per sfuggire a questa pressione, che il tubo di ascensione *DD'*, solleva la valvula *S'* che si richiude allorquando l'abbassamento del pistone è compito e che l'acqua cessa di essere risospinta. Una serie di simili movimenti, serve a far montare l'acqua ad un'altezza che non è limitata che dal rapporto che esiste fra la forza che pone il pistone in movimento, ed il peso della colonna di acqua *D'D*. Si vede che la pressione dell'atmosfera sopra la superficie del liquido, che lo forza a penetrare nel corpo della pompa, è il principio generatore dell'effetto di questa specie di macchine a cui dassi il nome di *pompe prementi*.

Supponghiamo frattanto, che il pistone in luogo di essere pieno, contenga nel suo interno una valvula

S Fig. 50, (che apresi di basso in alto come la valvula *S'* situata nel basso del corpo di pompa, all' imbocco del cannone aspiratore *A* che è più o meno allungato, onde raggiungere il livello dell' acqua, se questo non arriva fino al corpo della tromba). Allorchè il pistone eleverassi, il vuoto che formerà sotto a sè, determinerà come nell' antecedente caso, l' ascensione dell' acqua nel corpo della pompa; ma allorchè verrà abbassandosi, la valvula *S* si aprirà ed il liquido monterà al disopra del pistone.

Questa azione reiterata, procurerà dunque nella parte superiore del corpo di pompa, l' ascensione di una colonna di acqua, che sarà limitata dal peso dell' atmosfera, come appunto nel barometro; poichè nel nostro caso, il livello dell' acqua rappresenta quello del pozzetto, ed il corpo di pompa, il tubo. Questo peso forma equilibrio ad una colonna di acqua di metri 10,41 di altezza; questo è dunque il limite estremo dell' ascensione dell' acqua distillata, per mezzo della pompa aspirante, al livello del mare ed alla temperatura di zero. Nella pratica si è riconosciuto che l' assenza di alcune delle dette condizioni, e soprattutto l' imperfezione del vuoto ottenuto dal pistone, deve far limitare l' assegnamento dell' ascensione dell' acqua all' altezza di 10 metri, stando presso il livello del mare. Queste specie di macchine prendono il nome di *pompe aspiranti*.

Ma ordinariamente si associano questi due metodi, e quindi si ottengono le *pompe aspiranti e prementi*, che possono portare l' acqua ad un' altezza, che non resta limitata che dalla forza di cui puossi fare assegnamento. Questa pompa non differisce da quella premente, se non inquanto che il corpo di pompa, non essendo immerso nell' acqua, contiene aggiunto un tubo di ascensione come nella pompa aspirante. D' al-

tronde il pistone è disposto similmente a quello della pompa premente. È essenziale che il tubo aspiratore abbia un piccolo diametro e che la valvula inferiore sia collocata all'imbocco superiore del tubo medesimo. Però mediante il solo sollevamento del pistone il vuoto rimane imperfetto, e non ottiensi resultato, che dopo aver riempito d'acqua il corpo della tromba. Bisogna che il diametro di questo tubo sia di una grandezza sufficiente acciò non debbasi dare una gran velocità al movimento del pistone, mentre se questa fosse maggiore della velocità dell'acqua che monta nel tubo, potrebbe da ciò resultarne uno spostamento di effetto ed una causa di intermittenza di azione. Il diametro del tubo deve essere i due terzi di quello del corpo della pompa, e le valvule devono avere una superficie eguale alla metà di quella della base del pistone.

In un tempo dato, il prodotto di una pompa è eguale al volume del pistone, moltiplicato per il numero dei colpi di pistone, effettuati in questo tempo. Così sia un pistone di metri 0,20 di diametro sù metri 0,15 di altezza: il suo volume sarà di metri cubi 0,0045; e se il pistone dà una pulsazione per minuto secondo, avremo per prodotto metri cubi 0,0045 o litri 4,5 di acqua.

Il lavoro sviluppato per mettere il pistone in movimento, è eguale al peso della quantità di acqua elevata, moltiplicato per l'altezza del punto d'ingresso dell'acqua nel tubo, fino al punto dello sfogo, più lo sforzo necessario per vincere la resistenza causata dagli attriti. Così nel caso sopra citato, supponghiamo che l'acqua debba essere elevata a metri 6; avremo kilog. 4,5 $\times$ per metri 6 $=$ a 27 kilog. Nelle pompe in buono stato, e bene costruite, il lavoro utile non è che 0,66 del lavoro meccanico; esso sarà

dunque di kilogrammetri 40,5 per secondo, o presso a poco, la metà di quello di un cavallo-vapore.

Questo principio è esatto per le pompe aspiranti e per le pompe prementi. Il lavoro non ha luogo per le prime, che alla metà del pistone; per le seconde, che al punto della sua total discesa. Nelle pompe aspiranti e prementi, il lavoro è doppio, poichè il motore agisce due volte nel tempo di un'oscillazione, una montando ed un'altra scendendo; questa circostanza rende il lavoro di queste ultime pompe, più eguale e meglio repartito: avvi dunque doppio prodotto, e doppio lavoro meccanico.

Il movimento della colonna di acqua nel tubo d'ascensione delle pompe, è necessariamente intermittente, come il movimento del pistone; così a ciaschedun cambiamento di direzione di questo, deve essere superata la forza d'inerzia dell'acqua. Avvi in ciò una perdita di forza considerabile, che si è cercato di evitare rendendo il getto continuo per mezzo di un serbatojo d'aria *C* Fig. 51. L'acqua in luogo di elevarsi immediatamente nel tubo di ascensione, perviene in questo serbatojo da cui scaccia l'aria; quando il pistone inalzandosi permette alla valvula *R* di chiudersi, l'aria reagisce sull'acqua che è entrata nel serbatojo e la caccia nel tubo d'ascensione. Questo sfogo è continuo, ma non è uniforme, perchè la compressione dell'aria perde della sua forza a misura dell'ascensione del l'acqua, che sfogando le lascia occupare un maggiore spazio.

Il serbatojo dell'aria non applicasi che alle pompe di piccola dimensione. Per quelle che forniscono molta acqua, praticasi di scaricare più pompe nello stesso tubo, alternando il movimento dei pistoni. Questo è ciò che ha operato la macchina di Marles, nella

quale otto pompe, elevano di un sol getto in ore 24 più di 800000 litri di acqua a 160 metri di altezza.

Il gioco delle pompe è senza dubbio uno dei mezzi più regolari e più utili per elevare l'acqua, quello che esige minor luogo, e necessita meno costruzioni; ma si è sovente obbligati di rinunziarvi, per causa del loro pronto deperimento, in specie allorchè sono destinate a fare un servizio continuo, o ad elevare delle acqua limacciose. In tali casi, val meglio di servirsi delle ruote, dei noria e delle viti di Archimede. Peraltro le narrate cagioni di deperimento sono state minorate dalle ingegnose rettificazioni di Letestu. Esso rimpiazza le valvule con delle rotelle di quojo, ed il pistone con un cono metallico combinato con un'involucro di quojo o di feltro, che slarga la sua base adattandosi contro le pareti del corpo della pompa, per effetto della propria flessibilità. Ci astenghiamo di parlare delle ruote a reazione, *turbini*, perchè l'impiego di questa forza all'elevazione dell'acqua da irrigare non è per quanto sappiamo, per ora stato applicato; quindi ci contenteremo di rimandare al Trattato d'Idraulica del D'Aubuisson a carte 481 chi volesse procurarsi degli schiarimenti sul detto soggetto.

§. VII. Considerazioni sull' applicazione delle differenti forze alle macchine idrauliche.

Il vento. — Considerato questo elemento come motore, è stato applicato in grande per disseccare le acque stagnanti della Fiandra e dell' Olanda. Con tal mezzo sono poste in movimento delle catene ricongiunte in sè stesse, e corredate di recipienti molto voluminosi. Impiegato per elevare l'acqua per le irrigazioni, per causa dell'ineguaglianza di forza e preca-

rietà di azione, non ha fino al presente prodotti risultati soddisfacienti; esaminiamone le cause.

1.° *La insufficienza delle prove.* — Per ottenere degli effetti veramente agricoli, allorchè puossi disporre di una considerabile massa di acqua, come spesso succede nelle vicinanze dei fiumi a continuo corso, bisogna servirsi di molini capaci di girare con la velocità media del vento che suole spirare nel paese in cui voglionsi installare; bisogna quasi sempre moltiplicarne il numero, piuttosto che renderli giganteschi, poichè questi ultimi riescono più atti ad essere sconvolti dai forti venti, e più difficoltosi ad essere riparati.

Durand assicurò a questi molini un movimento regolare ed uniforme (vedasi il bullettino della Società d'incoraggiamento in Francia, Novembre 1845 pag. 525). Questi sono posti in movimento con un vento della velocità di 3 metri a minuto secondo; fanno allora circa 10 rivoluzioni a minuto; a 4 metri di velocità ne fanno 20; ma allorchè la velocità del vento perviene a farle fare da 30 a 32 giri per minuto, i molini rimangono stazionari senza oltrepassare questo limite, qualunque siasi l'impetuosità del vento.

Il raggio delle ali e di 3 metri; esse sono trapezioidali, ed hanno metri 1,5 di larghezza all'estremità in cui sono più larghe; essendo in numero di 6, presentano una superficie di metri quadrati 13,5 all'azione del vento. Nei contorni di Parigi, queste macchine destinate a porre in movimento altrettante pompe da elevare acqua in servizio dell'irrigazione, producono in media 140 metri cubi di acqua per giorno, o 25550 metri cubi per anno, cioè, l'acqua necessaria per l'irrigazione di 25 ettari. La spesa dell'istallazione di uno di questi molini compresa la pompa relativa, fu di Franchi 1540 e le spese di manteni-

nimento annuo furono verificate di circa Franchi 200 compreso il frutto del capitale impiegato nell'acquisto ed istallazione della macchina; ed il costo di un metro cubo di acqua era rappresentato da franchi 0,00078.

2.° La irregolarità del vento e la sua cessazione prolungata nel tempo della più calda stagione hanno scoraggito tutti quelli che avrebbero voluto applicare questa forza all'irrigazione. Onde vincere questa difficoltà è bisognato ricorrere alla formazione di serbatoi per raccogliere le acque atte a sopperire ai momenti di siccità, almeno nella più gran parte dei casi.

Supponghiamo pertanto che debba formarsi un serbatoio destinato all'irrigazione annua, compresa l'estate, di 20 ettari di suolo, quale contenga metri cubi 20000. L'evaporazione dell'agosto, essendo supposta nel paese in cui si forma il serbatojo di metri 0,314 e le filtrazioni resultando eguali al doppio dell'evaporazione, avremo una perdita di metri 0,942 nel mese predetto, ossia di un metro circa. Se la filtrazione resulta troppo considerabile, occorre allora intraprendere delle costruzioni a tenuta, oppure a difesa della digha principale. L'acqua dopo queste diverse perdite avrà 2 metri di profondità; il bacino dovrà dunque avere 1000 metri quadrati di superficie e facendolo quadrato, metri 31,6 di lato, e metri 126,4 di perimetro. La spesa media può ascendere a franchi 6804, dei quali il frutto, unito a fran. 885 costo dell'azione di cinque molini porta a fr. 1565. Quindi potremo avere a disposizione l'acqua di questo serbatojo a franchi 0,01625 supponendo che possa effettuarsi un'irrigazione regolare di otto in otto giorni in tutto l'anno. La media del costo dell'acqua dei principali canali di irrigazione resulta di franchi 0,0350 il metro cubo.

L' acqua. — Abbenchè la forza dell' acqua sia data gratuitamente dalla natura, è ben raro che essa non sia addivenuta di proprietà esclusiva, e che possa ottenersi senza acquistarla. Nei paesi più civilizzati le cadute dell' acqua sono utilizzate dalle officine, dai molini ec.; soltanto nei punti lontani dai centri di popolazione, sulle ripe dei torrenti che discendono dalle montagne, e finalmente sui bordi dei grandi fiumi che suppliscono con la loro massa al difetto di pendenza, trovasi il mezzo di impadronirsi della forza dell' acqua, senza pagarla un prezzo che equivale qualche volta, quasi alla forza che potrebbe ottenersi dai motori animati.

Bene spesso nelle vantaggiose posizioni in cui può disporsi delle cadute, riuscirà più utile di derivare le acque per mezzo di un canale, che di impiegarle a dar movimento a delle macchine idrauliche, che spesso abbisognano dell' azione di una gran massa di acqua, per elevarne una piccola quantità.

Supponghiamo in effetto, un rivo che trasporti un metro cubo di acqua a minuto secondo, e che ci presenti una caduta di 2 metri; avremo così una forza di 20000 kilogrammi che con le migliori macchine potrebbe elevare appena 12000 kilogr. ad un metro, o 1200 kilogram. a 10 metri. Ora, la situazione dei terreni irrigabili nei paesi di montagna è generalmente tale da presentare con facilità le indicate condizioni. Sono per lo più degli alti piani ondulati, sempre molto elevati sopra il livello dei torrenti; e pei quali abbisognerebbe molta forza, onde trarvi l' acqua anche in piccola quantità; potrebbesi appena avere la sedicesima parte di quella che scorre nel torrente, mentre quasi sempre succede che prendendo l' acqua ad un punto più elevato, potrebbesi disporre di tutta la massa a

molto miglior mercato, di ciò che resulti dall'attivazione di una macchina. La grande diversità delle circostanze locali non permette di assegnare un prezzo alla forza dell'acqua; ma sia che possa ottenersi di livello, sia che venga impiegata come forza motrice, essa riuscirà sempre la più economica, quando non si è obbligati di pagarne troppo caro il godimento.

Il Vapore. — Quando può disporsi di una gran quantità di acqua che ha piccolissima caduta, bisogna ben decidersi ad elevarla con l'impiego delle macchine, e si è riconosciuto, che in certe circostanze, la forza che più economicamente potrebbe applicarvisi, è quella del vapore. Queste circostanze sono il basso prezzo del combustibile, e la possibilità di un'irrigazione sufficientemente estesa, perchè le spese generali sieno repartibili nell'effetto prodotto sopra un maggior numero di ettari.

Grandi estensioni di suolo da irrigare, ed un vasto ricettacolo per serbatoio, formano altrettante condizioni alligate alla possibilità della conveniente applicazione del vapore allo irrigazioni. Dichiamo grandi estensioni, perchè per una grande o per una piccola macchina, occorrono almeno due macchinisti e due uomini dipendenti; quindi questi salari formano una parte più notabile di scapito a misura che la macchina è di minore effetto; è inoltre evidente che il serbatoio a cui attingesi l'acqua, deve poter fornirla in un modo regolare e costantemente abbondante, al vistoso consumo prodotto dall'azione della macchina. Procuriamo di formarci un'idea del prezzo dell'acqua d'irrigazione, dietro i dati che abbiamo stabiliti nella prima parte a carte 15.

Dietro i moderni perfezionamenti, le macchine motrici a scatto, consumano poco più di kilog. 2,00

di carbone per ora, e per forza di cavallo-vapore; riterremo nei presenti conteggi che ne consumino kilogrammi 4 siccome verificasi per le macchine di costruzione comune.

— PRIMO ESEMPIO. —

Macchina a vapore di 40 cavalli-vapore, ridotta a 30, e tenuta attiva per dodici ore del giorno e per sei mesi.

— Prezzo di acquisto e di montatura —

Macchina a bilanciere, con una caldaja di baratto e suoi accessori; franchi	46000
Doppio fornello, sua gola e muramento . . .	8000
Macchina idraulica (pompe ec.)	21000
Costruzioni per magazzinaggio della macchina e del combustibile	4000
	79000

— Costo del lavoro prodotto —

Lavoro giornaliero, 270 migliaja di kilogrammi, cioè 270 $mk \times 30 \times 12$. .	97200, mk
Per sei mesi circa, o giorni 180. . .	17496000, mk

— Spese —

Interesse del capitale di acquisto al 10 per cento.	7500
Interesse della spesa di costruzioni al 5 per cento	200
Carbone a fr. 3,75 i 100 kilog.; 4 kilog. per cavall'-ora, $4 \times 40 \times 12 = 1920$ kilog. $\times 3{,}75 = 72$ franchi; per mesi 6; 72×180 . .	12960
Grasso, olio, mastice, ec.; un franco a giorno. .	180
Salario del macchinista ed ajuti	3000
	23840

Costo di 1000 kilogr. di lavoro $\frac{23840}{17496000} = 0{,}00136$

— SECONDO ESEMPIO —

Macchina a vapore di 4 cavalli, ridotta a 3 e tenuta attiva per 12 ore del giorno, e per 6 mesi.

— *Prezzo di acquisto e di montatura.* —

Prezzo di acquisto della macchina franchi . .	4500
Due caldaje ed accessori	3000
Fornello, gola, costruzioni, ec.	3500
Apparecchio idraulico	4000
Costruzioni per magazzinaggio della macchina e per il combustibile	2000
	17000

— *Costo del lavoro prodotto.* —

Lavoro giornaliero 270 *mk* $\times$ 3 $\times$ 12.	9720, *mk*
Per sei mesi, 9720 $\times$ 182,5 . . .	1773900, *mk*

— *Spese* —

Interesse delle macchine	1500.00
Interesse delle costruzioni	100.00
Carbone kilogr. 4 $\times$ 4 $\times$ 12 $=$ 192 kilogr. per giorno costano fr. 7,20 $\times$ 182,5. .	1314.00
Grasso, ec.	182.50
Salario del macchinista ed ajuti	3000.00
	6096.50

Costo di 1000 kilogr. di lavoro $\frac{6096,50}{1773900,00} = 0,00343$

Comparazione del prezzo dell'acqua — Valore di un metro cubo di acqua elevato ad un metro di altezza.

Molini a vento, con impulso costante, fran.	0,00069
Molini con vento variabile e serbatojo . . .	0,00162
Macchina a vapore ad alta pressione della forza di 40 cavalli-vapore	0,00136
Macchina a vapore della forza di 4 cavalli .	0,00343
Forza umana impiegata ad una ruota a recipienti	0,01490
Forza umana impiegata ad una vite di Archimede	0,01000
Forza del cavallo ad un noria.	0,00417

L'acqua condotta dal canale della Martesana costa franchi 12 ogni 10000 metri cubi, ossia fr. 0,00120 il metro cubo.

Dietro questi dati, troveremo che l'irrigazione di un'ettare di prateria, che abbisogni nell'annata di metri cubi 10000 di acqua, costerà secondo i diversi sistemi di inalzamento.

Acqua elevata a metri	1	2	3	4	10	20
Con il vento regolare.	6,9	13,8	19,7	27,6	69,0	138,0
Con il vento variabile.	15,6	31,2	46,8	62,4	156,0	312,0
Macchina a vapore della forza di 4 cavalli	34,0	68,0	92,0	136,0	340,0	680,0
Macchina a vapore della forza di 40 cavalli	13,3	26,6	39,9	53,2	133,0	266,0
Forza umana ad una ruota	149,0	298,0	437,0	596,0	1490,0	2980,0
Forza umana ad una vite di Archimede.	100,0	200,0	300,0	400,0	1000,0	2000,0
Forza del cavallo ad un noria	41,8	83,6	124,4	167,2	418,0	836,0

Queste indicazioni comparative spiegano perchè le irrigazioni ottenute con la forza delle macchine non assumono una grande applicazione, e solo vengono limitate alla irrigazione degli orti, i di cui prodotti, specialmente nelle vicinanze de' centri popolati danno una rendita netta considerabile.

Le sole grosse macchine a vapore potrebbero sopportare la concorrenza dei canali d' irrigazione, e procurare le acque all' agricoltura ad un prezzo ragionevole, specialmente laddove le acque correnti non possono che con lunghi e costosi diversivi essere condotte ad un livello superiore dei terreni specialmente di pianura.

Sarà d' altronde sempre facile, col mezzo dei dati che abbiamo forniti, di assicurarsi della convenienza verificabile nella specialità dei luoghi, per l' effettua-

zione di simili intraprese. Supponghiamo in effetto che si possino ottenere delle praterie irrigabili, che offrino una rendita netta di 340 franchi per ettare; che la rendita netta ordinaria del terreno privo di irrigazioni sia di 170 franchi; che le spese di canali, condotti di livellazione, e sospensione di rendita nelle riduzioni del suolo, in tutto rappresentino un capitale di franchi 700 di cui l'interesse al 4 per 100 sarà di franchi 28; il benefizio della riduzione operata, sarà di 340 — (170 + 28) = 142 franchi: Il prospetto seguente indica per il caso surriferito, a qual profondità dell'acqua, arrestasi la facoltà di attingerne, impiegando i diversi processi con convenienza; cioè a qual profondità dell'acqua si verifica l'equivalenza fra la spesa ed il benefizio di franchi 142.

Per la forza dell'uomo, a metri	0,96
Per la forza del cavallo	3,40
Col vento costante	20,00
Col vento variabile	9,10
Macchina della forza di 4 cavalli	4,20
Macchina della forza di 40 cavalli	10,79

FINE DEL TOMO TERZO.

INDICE

DEI PRINCIPALI SOGGETTI

PRESI IN ESAME NEL TRATTATO

DI MECCANICA AGRICOLA

*

G

I

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

TAVOLA

DELLA DISTRIBUZIONE GENERALE

DEL TRATTATO

DI MECCANICA AGRICOLA

ERRATA		CORRIGE
Pag. 154. v. 13.	8,36	8,67
— 14.	10515	10150
— 15.	201,88	191,50
157. 1.	§. IV.	§. III.
160. 13.	§. V.	§. IV.
167. 31.	——	§. I.
203. 1.	§. VII.	§. V.
205. 19.	§. VIII.	§. VI.
210. 1.	SEZIONE X.	SEZIONE XI.



